39473/e

COURS D'ÉTUDES
ENCYCLOPÉDIQUES.
TOME IV.

55250

COURS D'ÉTUDES
ENCYCLOPÉDIQUES,
RÉDIGÉ SUR UN PLAN NEUF,
CONTENANT:

1°. L'Histoire de l'origine et des progrès de toutes les Sciences, Belles-Lettres, Beaux-Arts, et Arts mécaniques;
2°. L'Analyse de leurs principes;
3°. Tous ces mêmes objets traités en détail.
Le tout d'après les meilleurs Auteurs, et les découvertes les plus récentes.

Avec un FRONTISPICE et un ATLAS de 64 planches ou tableaux.

Seconde édition revue, corrigée et *augmentée*, principalement d'une Table *raisonnée* des matières, et dans laquelle l'auteur a fait *disparaître les erreurs* ou *omissions* presque inséparables d'une aussi vaste entreprise.

Par FRANÇOIS PAGÈS.

TOME QUATRIÈME.

A PARIS,

Chez ARTAUD, Libraire, Quai des Augustins, N°. 50.

AN VIII.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

SUITE DE LA PHYSIQUE GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

DES PRINCIPES DE LA DIOPTRIQUE.

LA dioptrique est une science, qui a pour objet les effets de la lumière réfractée, c'est-à-dire, que son objet est de considérer et d'expliquer les effets de la réfraction de la lumière, lorsqu'elle passe par différens milieux, tels que l'air, l'eau, le verre, etc. Or, la réfraction de la lumière est une déviation que souffrent ses rayons, en passant obliquement d'un milieu, dans un autre d'une résistance différente. Cette réfraction ne s'observe que dans les milieux transparens; il faut donc concevoir ces milieux, solides ou fluides, comme des masses, dont les pores, alignés dans toutes sortes de directions, ou sont pleins de la matière de la lumière, comme l'ont pensé *Descartes* et *Huyghens*, ou peuvent la laisser passer en lignes droites, comme l'a cru *Newton*. Si cette matière est animée d'un côté, elle transmet son mouvement d'une surface à l'autre.

Il y a deux conditions absolument essentielles, pour que la lumière se réfracte ; savoir : 1°. qu'elle passe d'un lieu dans un autre plus ou moins résistant ; 2°. que sa direction soit oblique au plan qui sépare les deux milieux. Plus la densité du nouveau milieu, dans lequel passe le rayon de lumière, est grande, plus la réfraction est considérable : la réfraction dépend aussi de la nature du corps réfringent ; enfin, elle dépend du degré d'obliquité d'incidence, avec lequel le rayon tombe sur la surface du nouveau milieu.

On sait que, plus les milieux sont denses, plus ils résistent aux corps qui tendent à séparer leurs parties en les pénétrant ; or, dans ce cas, l'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence, parce que la vîtesse verticale du corps étant diminuée par la résistance du milieu, la vîtesse horizontale influe davantage dans la direction de la diagonale que le corps parcourt, en obéissant à ces deux forces, dans lesquelles son mouvement se décomposé.

Or, il arrive tout le contraire aux rayons de lumière ; plus le milieu qu'ils traversent est dense, plus le sinus d'incidence surpasse celui de réfraction ; donc, la vîtesse verticale des rayons est augmentée dans ce cas ; il leur arrive alors tout le contraire de ce que les lois de la mécanique paroissent indiquer.

Descartes, pour les accorder avec l'expérience qu'il ne pouvoit éluder, prétendoit que

plus les milieux étoient denses, plus ils ouvroient un passage libre à la lumière ; mais c'étoit donner de ce phénomène une raison plus capable de le faire revoquer en doute, que de l'expliquer.

Fermat, trouvant l'explication physique de Descartes, impossible à admettre, aima mieux avoir recours à la métaphysique, et aux causes finales ; il se retrancha donc à dire qu'il étoit convenable à la sagesse de l'auteur de la nature, de faire aller la lumière d'un point à un autre par le chemin du plus court tems, puisqu'elle n'y va pas par le chemin le plus court, qui seroit la ligne droite : ce principe ne paroît pas meilleur que celui de Descartes.

Newton a trouvé plus aisé de rendre raison de ce phénomène, en lui donnant pour cause l'attraction ; car, ce principe montre que le mouvement progressif de la lumière n'est pas seulement moins retardé dans le milieu le plus dense, comme le vouloit Descartes, mais qu'il est réellement accéléré, et cela, par l'attraction du milieu plus dense, lorsqu'il le pénètre.

Il est aisé de rendre compte, par l'attraction, de tout ce qui arrive à la lumière, dans son passage d'un milieu dans un autre ; car, le rayon augmente sa vîtesse verticale dans le milieu plus dense qu'il traverse, jusqu'à ce qu'il soit venu au point où les parties supérieures et inférieures de ce corps agissent également sur lui : alors, il continue son chemin

avec la vîtesse acquise, jusqu'à ce qu'étant prêt à en sortir, les parties supérieures de ce milieu l'attirent plus fortement, que les parties inférieures.

Newton, qui étoit aussi supérieur dans l'art de faire des expériences, que dans celui de les employer, a trouvé, en examinant la déviation du rayon dans les différens milieux, que l'attraction exercée sur les particules de la lumière, est en raison de la densité de ces milieux, si cependant on excepte ceux qui sont gras ou inflammables.

On déduit aussi du principe de l'attraction, la cause pour laquelle la réfraction se change en réflexion à une certaine obliquité d'incidence, lorsque le rayon va, d'un milieu plus dense, dans un moins dense. L'explication qu'on donne, d'après Newton, cadre si bien avec les phénomènes, qu'il est du moins très-probable que l'attraction des milieux que la lumière traverse, est la cause de la réfraction de ses rayons; mais nous n'osons l'assurer, parce que l'attraction, comme telle, n'est pas assez clairement prouvée.

Il est cependant vrai de dire qu'il y a une exception qui diminue un peu la valeur de l'opinion de Newton : suivant ce grand homme, et suivant l'expérience, l'attraction des milieux sur la lumière est en raison directe de leurs densités; mais il n'est pas moins vrai, de l'aveu même de Newton, que les esprits ardens et les huiles, quoique moins denses

que l'eau, attire plus puissamment qu'elle les rayons de lumière : ne pourroit-on pas dire que, comme les rayons de lumière agissent avec plus de force sur ces corps, que sur les autres, pour les embrâser, de même ces corps, par leur attraction, agissent avec plus de force sur les rayons de lumière, pour les réfracter? Mais, ce qui dérange encore plus l'explication newtonienne, c'est que les pouvoirs réfractifs de chacun de ces corps inflammables, comparés ensemble, ne suivent point les rapports de leurs densités; car, l'huile volatile de térébentine, qui a une densité moindre que celle de l'huile volatile de lavande, et que celle des huiles fines d'olive et d'amandes douces, a cependant un pouvoir réfringent plus grand : de même l'huile volatile de karabé a un pouvoir réfringent plus grand que celui de l'huile volatile de romarin, qui a plus de densité qu'elle : en voilà assez sur ce sujet.

Il ne nous reste qu'à rendre raison des apparences des objets vus au travers des différens milieux ; rien n'est plus aisé : puisque des rayons divergens E *c*, E *d* (fig. 16, n°. 10 de l'Atlas), augmentent de divergence en passant d'un milieu dense dans un plus rare, terminés par une surface plane, il s'ensuit qu'ils ont leur point fictif *e* de réunion, plus près que le réel E ; donc, si l'œil est placé dans le milieu rare, les objets, placés dans le milieu dense, lui paroîtront plus près qu'ils ne le sont ; de-là vient que le fond d'un bassin

plein d'eau paroît élevé ; c'est ce qui fait que les poissons, et autres objets, qui sont plongés dans l'eau, nous paroissent plus près de la surface qu'ils ne le sont en effet ; et, si l'objet est un peu grand, ses extrémités paroissent plus rapprochées ; ce qui le fait paroître courbe.

Et, comme les rayons convergens *gh*, *gh*, augmentent de convergence, en passant d'un milieu dense dans un plus rare, terminés par une surface plane, il s'en suit qu'ils se réunissent plus près, comme en K, et qu'ils font voir l'objet *g g* sous un angle G K G plus ouvert, et le font, par conséquent, juger plus grand : aussi, juge-t-on les poissons, les pierres, les plantes, etc. plus grands dans l'eau que dans l'air.

Mais, comme le contraire arrive lorsque les rayons passent d'un milieu rare dans un plus dense ; comme, en pareil cas, les rayons divergens deviennent moins divergens, et les convergens moins convergens, il s'ensuit que les objets, placés dans le milieu rare, doivent paroître à l'œil, placés dans le milieu dense, et plus éloignés et plus petits qu'il ne le sont ; c'est ainsi que les poissons, qui sont plongés dans l'eau, voyent les objets placés dans l'air.

Des Lentilles.

Les verres convexes ou les lentilles, c'est-à-dire, les corps transparens, travaillés des deux

côtés en forme de sphère, ou, ce qui est la même chose, terminés de part et d'autre par une surface sphérique convexe, ont la propriété de réunir les rayons de lumière qui les traversent; c'est-à-dire, qu'ils rendent convergens les rayons parallèles; qu'ils augmentent la convergence des rayons déja convergens; et que, pour le moins, ils diminuent la divergence des rayons divergens; et cela peut aller jusqu'à les rendre parallèles ou même convergens; de sorte, qu'après avoir souffert les deux réfractions, l'une en entrant, l'autre en sortant du verre convexe, les rayons de toutes les espèces, soit parallèles, soit convergens, soit divergens, se réunissent en formant des angles plus ouverts, et font, par conséquent, voir les images des objets plus grandes que les objets même. Les rayons parallèles *b d*, *b e* (fig. 17, n°. 10 de l'Atlas), qui, sans les réfractions, ne se réuniroient jamais en traversant la lentille *de*, se réunissent en *f*, foyers des rayons parallèles : les rayons convergens A*d*, *ae*, qui, sans les réfractions, n'iroient se réunir qu'en *g*, en traversant la lentille, se réunissent en *h*, en formant un angle plus ouvert : les rayons divergens *cd*, *ce*, qui, sans les réfractions, iroient toujours en s'écartant en traversant la lentille, vont se réunir en *g* : la portion *cc* de l'objet paroît donc sous l'angle A*ga*, etc. et, par conséquent, de la grandeur A*a*, etc.

L'image de l'objet paroît derrière la lentille

dans un endroit plus éloigné que celui où l'objet est placé ; cela vient de ce que les rayons de chaque faisceau, partant de chaque point de l'objet, deviennent, par les réfractions, moins divergens, et ont, par-là, leur point de réunion plus éloigné : le point F (fig. 18, n°. 10 de l'Atlas), vu au travers de la lentille *m n*, paroît donc en *f*.

Mais, pour que l'image de l'objet soit vue derrière la lentille, il faut que l'objet soit placé plus près de la lentille que le foyer (fig. 18, n°. 10 de l'Atlas) des rayons parallèles ; car, si l'objet étoit en *l* (fig. 17, n°. 10 de l'Atlas), plus loin que le foyer des rayons parallèles, les rayons de chaque faisceau, en arrivant à la surface *m* de la lentille, étant très-peu divergens, deviendroient, en la traversant, parallèles ou même convergens, et n'auroient pas de point fictif de réunion : on ne verroit donc pas l'image derrière la lentille.

Mais, si ces rayons deviennent convergens, cette image peut se faire voir en deçà de la lentille et l'œil. Supposons C (fig. 19, n°. 10 de l'Atlas) le foyer des rayons parallèles de la lentille *m n*, et un objet placé au-delà en A B ; les faisceaux des rayons A N, B M, partant de chaque point, étant trop peu divergens en arrivant à la lentille, deviennent convergens en la traversant, et vont tracer en A B une image renversée qui peut être apperçue par un œil placé en D, c'est-à-dire, au point

où les rayons, après avoir tracé l'image en se croisant, ont repris le degré de divergence convenable, et où tous les faisceaux, venant de chaque point, peuvent converger au même œil : cette image est nécessairement renversée, parce qu'il n'y a que des faisceaux de rayons qui se soient croisés entre l'objet et la lentille, qui puissent ensuite converger au même œil.

C'est cette propriété des lentilles, de former au-devant d'elles des images des objets éloignés, qui est le principe sur lequel est fondée la construction des télescopes dioptriques; car, dans un tel télescope, ce sont ces images, et non pas les corps, qui sont l'objet immédiat de la vision.

Ce qu'on regarde au travers, paroît souvent difforme : c'est ce qui arrive sur-tout quand l'objet est grand et la lentille fort convexe ; car alors, les effets de la réfraction ne sont pas égaux pour tous les plans, à cause de la différence d'obliquité d'incidence pour chaque rayon, qui naît de la courbure de la surface, et parce que les différens points de l'objet, étant placés à différentes distances de cette surface, les rayons qui en partent, y arrivent avec différens degrés de divergence, ceux qui partent de plus loin étant moins divergens ; les mêmes causes peuvent voir confusément chaque partie de l'objet, tandis que d'autres se voyent distinctement : cela s'apperçoit sur tout aux extrémités de l'image, quand les lentilles

sont d'un foyer fort court ; parce que les réfractions des bords de la lentille ne concourent pas avec celles du milieu.

Des Verres concaves.

Les verres concaves, c'est-à-dire, ceux qui sont terminés de part et d'autre par une surface sphérique concave, ont la propriété de disperser les rayons de lumière qui les traversent, c'est-à-dire, qu'ils rendent divergens les rayons parallèles ; qu'ils augmentent la divergence des rayons divergens, et qu'ils diminuent pour le moins la convergence des rayons convergens ; et cela peut aller jusqu'à les rendre parallèles ou même divergens ; et cela arrive dans tous les cas, après qu'ils ont souffert les deux réfractions, l'une en entrant, l'autre en sortant du verre concave : aussi ces verves produisent-ils trois effets remarquables :

1°. Ils font voir les objets plus petits qu'ils ne sont ; 2°. ils font voir l'objet plus près qu'à la vue simple ; 3°. ils font voir l'objet avec moins de clarté, parce que la divergence est augmentée.

Des Couleurs.

Les couleurs sont des propriétés des différentes parties de la lumière, séparées les unes des autres par réflexion, réfraction ou autrement, par lesquelles elles excitent en nous dif-

férentes sensations, suivant la différence de leur degré de réfrangibilité, et suivant la grandeur, la figure, et peut-être le degré de vîtesse du mouvement de leurs particules, lorsqu'elles viennent faire leur impression sur l'organe destiné à nous les faire appercevoir.

Il y a de grandes différences d'opinions sur les couleurs entre les anciens et les modernes, et même entre les différentes sectes des physiciens actuels : suivant l'opinion d'Aristote, qu'on suivoit autrefois, on regardoit la couleur comme une qualité résidante dans les corps colorés, et indépendante de la lumière ; ce qui ne peut pas être.

Les Cartésiens, n'ayant pas été satisfaits de cette opinion, ont dit que, puisque le corps coloré n'étoit pas appliqué immédiatement à l'organe de la vue pour produire la sensation de la couleur, et qu'aucun corps ne sauroit agir sur nos sens que par un contact immédiat, il falloit donc que les corps colorés ne contribuassent à la sensation de la couleur, que par le moyen de quelque milieu, lequel étant en mouvement par leur action, transmettoit cette action jusqu'à l'organe de la vue : ils ont ajouté que, puisque les corps n'affectent point l'organe de la vue dans l'obscurité, il faut que le sentiment de la couleur soit seulement occasionné par la lumière qui met l'organe en mouvement ; et que les corps colorés ne doivent être considérés que comme des corps qui réfléchissent la lumière avec certaines mo-

difications : la différence des couleurs, venant de la différente texture des parties des corps, qui les rend propres à donner telle ou telle modification à la lumière, ainsi que de la différence du mouvement des particules même de la lumière.

Mais c'est à Newton que nous devons la vraie théorie des couleurs, celle qui est fondée sur des expériences sûres, et qui donne l'explication de tous les phénomènes : voici en quoi consiste cette théorie.

Théorie des Couleurs.

L'expérience fait juger que les rayons de lumière sont composés de particules dont les masses sont différentes entr'elles; du moins, quelques-unes de ces particules ont, comme on ne sauroit guère en douter, plus de force et plus de grosseur que les autres, et par-là sont plus capables de conserver leur vîtesse, et d'être, en conséquence, moins détournées de leur direction naturelle : car, lorsqu'on reçoit dans une chambre obscure un rayon de lumière S, un corps réfringent D, ce rayon ne se réfracte pas tout entier en un point *m*, mais il se divise et se répand, pour-ainsi-dire, en plusieurs autres rayons, dont les uns sont réfractés jusqu'en *m*, et les autres depuis *m* jusqu'en *n* ; en sorte que les particules qui ont le moins de force, sont celles que l'action du corps réfringent D détourne le plus de leur

chemin rectiligne *oi*, pour aller vers *m*; et que les autres, à mesure qu'elles ont plus de force, se détournent moins, et passent plus près de *n*, en s'éloignant moins de leur direction naturelle *oi*.

De plus, les rayons de lumière, qui diffèrent le plus en réfrangibilité les uns des autres, sont aussi ceux qui diffèrent le plus en couleur; c'est une vérité reconnue par une infinité d'expériences; les particules les plus réfractées, par exemple, sont celles qui forment les rayons violets; et cela, selon toute apparence, à cause que ces particules, ayant le moins de force, sont aussi celles qui ébranlent le moins l'organe de la vue, y excitent les moindres vibrations, et nous affectent, par conséquent, de la sensation de couleur la moins forte et la moins vive, telle qu'est le violet. Au contraire, les particules qui se réfractent le moins, constituent les rayons de la couleur rouge; parce que ces particules ayant le plus de force, frappent l'organe avec le plus d'énergie, excitent les vibrations les plus sensibles, et nous affectent de la sensation de la couleur la plus vive, telle qu'est la couleur rouge.

Les autres particules étant séparées de la même manière, et agissant suivant leurs forces respectives, produiront, par les différentes vibrations qu'elles exciteront, les différentes sensations des couleurs intermédiaires, ainsi que

les particules de l'air excitent, suivant leurs différentes vibrations respectives, les différentes sensations des sons.

Les couleurs des rayons, ainsi séparées, ne doivent pas être regardées comme de simples modifications accidentelles de ces parties de rayons, mais comme des propriétés qui leur sont nécessairement attachées, et qui consistent, suivant toutes les apparences, dans la masse, la grandeur, et, par conséquent, la force de leurs particules; elles doivent donc être immuables et inséparables de ces rayons; c'est-à-dire, que ces couleurs ne sauroient s'altérer par aucune réfraction ou réflexion : or, c'est ce que l'expérience confirme d'une manière sensible; car, quelque effort qu'on ait fait pour séparer, par de nouvelles réfractions, un rayon coloré et homogène quelconque, donné par le prisme, on n'a pas pu y réussir.

Il est vrai qu'on fait quelquefois des décompositions apparentes de couleurs; mais ce ne sont que de couleurs qu'on a formées, en réunissant des rayons de différentes couleurs; et il n'est pas étonnant alors que la réfraction fasse retrouver les rayons qu'on avoit employés pour forcer cette couleur.

On peut donc dire qu'il y a deux sortes de couleurs; les unes primitives, homogènes et simples, produites par la lumière homogène, ou par les rayons qui ont le même degré de réfrangibilité, et qui sont composées de parties de même masse et de même force; telles sont

le rougé, l'orange, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, le violet et toutes leurs nuances ; les autres secondaires, hétérogènes, composées des premières, ou du mélange de rayons de différentes réfrangibilités.

On peut produire, par la voie de la composition, des couleurs secondaires semblables aux couleurs primitives quant au ton ou à la nuance de la couleur, mais non par rapport à la permanence et à l'immutabilité ; on forme de cette manière de l'orangé avec du rouge et du jaune, du vert avec du jaune et du bleu, de l'indigo avec du bleu et du violet ; et, en général, avec deux couleurs qui ne soient pas éloignées l'une de l'autre.

Par le moyen de la composition, on peut parvenir aussi à former des couleurs, qui ne ressemblent à aucune de celles de la lumière homogène ; mais l'effet le plus singulier que peut donner la composition avec les couleurs primitives, c'est de produire le blanc, ou le brillant de la lumière solitaire : il se forme, en employant, à un certain degré, des rayons de toutes les couleurs primitives ; c'est ce qui fait que la couleur ordinaire de la lumière, est le blanc, à cause qu'elle n'est autre chose que l'assemblage des rayons de toutes les couleurs mêlées et fondues ensemble.

Les rayons du soleil, traversant un prisme triangulaire D, (fig. 19, n°. 10 de l'Atlas) donnent sur la muraille opposée une image de différentes couleurs *m n* ; qui sont, le rouge,

l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet : la raison est que les rayons, différemment colorés, sont séparés les uns des autres par la réfraction.

Les rayons que donnent le jaune, sont plus détournés de leur chemin rectiligne, que ceux qui donnent le rouge ; ceux qui donnent le vert, plus que ceux qui donnent le jaune ; et ainsi de suite, jusqu'à ceux qui donnent le violet, qui sont les plus détournés de tous.

En conséquence de ce principe, si l'on fait tourner autour de son axe le prisme sur lequel tombent les rayons solaires, de manière que le rouge, l'orangé, le jaune, etc, tombent successivement sur un autre prisme fixe, placé à une certaine distance du premier, comme, par exemple, 12 pieds ; et que les rayons de ces différentes couleurs aient auparavant passé, l'un après l'autre, par une ouverture placée entre les deux prismes ; les rayons rompus que fourniront ces différens rayons, ne se projèteront pas tous à la même place, mais les uns aud-essus des autres, si l'angle réfringent est en-bas ; parce qu'étant plus réfrangibles les uns que les autres, ils sont plus rompus par le second prisme, comme ils l'ont été par le premier.

Cette expérience simple, et néanmoins décisive, est celle par laquelle Newton leva toutes les difficultés dans lesquelles les premières l'avoient jeté, et qui l'a entièrement convaincu

de

de la correspondance qui est entre la couleur et la réfrangibilité des rayons de lumière.

Les couleurs des rayons séparés par le prisme, ne sauroient changer de couleur ni se détruire, quoique ces rayons passent par un milieu éclairé, qu'ils se croisent les uns les autres, qu'ils se trouvent voisins d'une ombre épaisse, qu'ils soient réfléchis ou rompus d'une manière quelconque; d'où l'on voit que les couleurs ne sont pas des modifications dues à la réfraction ou à la réflexion, mais des propriétés immuables et attachées à la nature des rayons.

Si, par le moyen d'un verre lenticulaire, ou d'un miroir concave, on vient à réunir tous les différens rayons colorés que donne le prisme, on forme le blanc; cependant, ces mêmes rayons, qui, tous rassemblés, ont formé le blanc, donnent, après le point de leur réunion, c'est-à-dire, au de-là du point où ils se croisent, les mêmes couleurs, que celles qu'ils donnoient en sortant du prisme, mais dans un ordre renversé, à cause du croisement des rayons : la raison en est claire; car, le rayon étant blanc, avant d'être divisé par le moyen du prisme, doit l'être encore par la réunion de ses parties, que la différence de réfrangibilité avoit écartées les unes des autres; et cette réunion ne peut, en aucune manière, tendre à détruire ou à altérer la nature des couleurs : elles doivent donc reparoître après le point de croisement.

De même, si on mêle, dans une certaine proportion, de la couleur rouge avec de l'orangé, du jaune, du vert, du bleu, de l'indigo et du violet, on formera une couleur composée, qui sera blanchâtre (c'est-à-dire, à peu-près semblable à celle qu'on forme en mêlant un peu de noir avec du blanc) et qui seroit entièrerement blanche, s'il ne se perdoit et ne l'absorboit par quelques portions de ces couleurs.

On forme encore une couleur approchante du blanc, en teignant un rond de carton de ces différentes couleurs, et en le faisant tourner assez rapidement pour qu'on ne puisse distinguer aucune des couleurs en particulier.

En nous résumant, il faut conclure que les couleurs sont des propriétés de la lumière, à laquelle elles appartiennent ; qu'elles y résident au nombre de sept bien distinctes, avec un nombre indéfini de nuances intermédiaires ; que des différentes combinaisons de ces sept espèces et de leurs nuances, se forment toutes les autres couleurs ; que leur mélange bien proportionné empêche qu'aucune d'elles ne soit apparente, et forme le blanc, ou le brillant de la lumière solaire ; et que leur privation totale forme le noir parfait.

Il est aisé de se persuader que toutes les couleurs et leurs nuances, que nous voyons dans la nature, résultent des combinaisons de ces sept espèces ; car ces sept couleurs primitives se combinent de 119 manières ; 2 à 2, elles fournissent 21 combinaisons ; 3 à 3 elles en four-

nissent 35 ; 4 à 4, 35 ; 5 à 5, 21 ; et 6 à 6, sept : sans compter les différentes proportions ou quantités de chacune, qui donnent des nuances à l'infini.

De tous les phénomènes, qui ont rapport aux couleurs, le plus beau sans doute est l'arc-en-ciel ou iris ; c'est-à-dire, cette bande semi-circulaire, ornée de sept couleurs primitives, et placée dans les nuées, qu'on apperçoit, lorsqu'ayant le dos tourné au soleil, on regarde une nuée qui fond en pluie, et qui est éclairée par cet astre, pourvu toutefois qu'il soit moins élevé que de 42 degrés au dessus de l'horizon.

Antoine de Dominis a, le premier, avancé que l'arc-en-ciel est produit dans des gouttes tondes de pluie, par deux réfractions de la lumière solaire et une réflexion entre deux ; mais *Képler* avoit eu avant lui la même pensée ; et comme ces savans ne connoissoient point l'origine des couleurs, l'explication qu'ils ont donnée de ce météore, est défectuesue à quelques égards. C'est à Newton que nous en devons une explication exacte ; il l'a rendue lumineuse, en y appliquant sa découverte de la décomposition de la lumière, et du degré de réfrangibilité propre à chaque espèce de rayon.

On apperçoit ordinairement deux arcs-en-ciel ; un intérieur, dont les couleurs sont vives ; et un extérieur, dont les couleurs sont plus foibles. L'ordre de ces couleurs est celui-ci ; dans l'arc intérieur, en allant de bas en haut,

on voit d'abord le violet, ensuite l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orangé et le rouge; dans l'arc extérieur, les couleurs sont dans un ordre renversé; de sorte qu'en allant encore de bas en haut, on voit d'abord le rouge, ensuite l'orangé, etc.

Pour expliquer comment cela se fait, supposons que les cercles S T (fig. 20 n°. 10 de l'Atlas) et G D S (fig. 16, n°. 10 de l'Atlas) représentent deux gouttes de pluie. Le trait de lumière solaire S *s* (fig. 20, n°. 10 de l'Atlas) venant frapper obliquement la goutte de pluie en *s*, au lieu de continuer sa direction vers F, sera réfracté en s'approchant de la perpendiculaire *p c*, et ira heurter la concavité de la goutte en *t*: la portion de cette lumière qui ne traversera pas la goutte, sera réfléchie vers *e*, en faisant son angle de réflexion égal à celui de son incidence; et, au lieu de continuer sa route en droite ligne vers *f*, elle sera réfractée une seconde fois, en s'écartant de la perpendiculaire *p c*, parce qu'elle passe obliquement de l'eau dans l'air.

Mais comme ce trait de lumière, quelque mince qu'il soit, est un faisceau de rayons plus réfrangibles les uns que les autres, le violet, qui l'est le plus de tous, se rendra vers le point B; et le rouge, qui l'est le moins, se rendra vers le point O: si donc l'œil de l'observateur est placé en *o*, de façon que le jet de lumière qui vient le frapper, après avoir souffert, dans la goutte de pluie, une réflexion et deux ré-

fractions ; savoir, une, en y entrant ; et une autre, en en sortant ; de façon, disons-nous, que ce jet de lumière *e o* fasse, avec le rayon solaire S *s*, un angle S F O de 42 degrés 2 minutes, cet œil verra le rouge dans la direction *o r* : si ensuite l'œil s'élève jusqu'en B, par exemple, de façon que le jet de lumière *e b*, qui arrive à lui, ne fasse plus, avec le rayon solaire S *s*, qu'un angle de 40 degrés 17 minutes, il verra, dans son élévation, successivement toutes les couleurs prismatiques, et appercevra enfin le violet dans la direction B *b* ; la même chose arriveroit, si l'œil de l'observateur, demeurant à sa première place ; savoir, en *o*, la goutte de pluie descendoit de D en E ; et si l'on supposoit cet espace rempli d'une suite de gouttes de pluie, on verroit à-la-fois toutes les couleurs prismatiques.

Qu'on imagine à présent de pareilles suites de gouttes de pluies, placées dans la circonférence d'un demi-cercle, dont l'œil du spectateur occupe le centre, on aura une bande semi-circulaire, ornée des sept couleurs primitives, et dont la largeur sera égale à l'espace D E ; c'est-à-dire, qu'elle sera proportionnelle à la différence qu'il y a entre les rayons les plus réfrangibles, et ceux qui le sont le moins.

Pour expliquer maintenant les apparences de l'arc-en-ciel extérieur, supposons encore que le trait de lumière solaire S *s*, (fig. 21, n°. 10 de l'Atlas) vient frapper obliquement en *s* la goutte de pluie représentée par le cercle *g d*

s ; au lieu de continuer sa route vers *a*, il se réfractera, en s'approchant de la perpendiculaire *p c*, et ira heurter la concavité de la goutte en *d* ; la portion de cette lumière, qui ne traversera pas la goutte, sera réfléchie vers *e*, en faisant son angle de réflexion égal à celui de son incidence : une partie de cette même portion sera encore réfléchie une seconde fois vers *g*, faisant toujours son angle de réflexion égal à son angle d'incidence ; et ensuite, au lieu de continuer sa route en ligne droite vers *h*, elle se réfractera une seconde fois, en s'éloignant de la perpendiculaire *p c*.

Ce trait de lumière, étant, comme dans le cas précédent, un assemblage de rayons plus réfrangibles les uns que les autres, le rouge, qui l'est le moins de tous, se rendra vers le point O ; et le violet, qui l'est le plus, se rendra vers le point B : maintenant que l'œil de l'observateur se place en O, de façon que le jet de lumière qui vient le frapper, après avoir souffert, dans la goutte de pluie, deux réflexions et deux réfractions ; savoir, une, en y entrant, et l'autre, en en sortant ; de façon, disons-nous, que ce jet de lumière *g o* fasse, avec le rayon solaire S *s*, un angle S *h o* de 50 degrés 57 minutes, cet œil verra le rouge dans la direction *o r* ; si ensuite l'œil s'abaisse jusqu'en B, par exemple, de façon que le jet de lumière *g* B, qui, arrivé à lui, fasse, avec le rayon solaire S *s*, un angle *s h* B de 54 degrés 57 minutes, il aura vu succes-

sivement, dans son abaissement, toutes les couleurs prismatiques, et appercevra enfin le violet dans la direction B *b*. La même chose arriveroit, si, l'œil de l'observateur demeurant à sa même place, savoir en *o*, la goutte de pluie montoit de *g* en *h*; et si l'on supposoit cet espace rempli d'une suite de gouttes de pluie, l'œil verroit à-la-fois toutes les couleurs prismatiques.

Si vous imaginez maintenant, comme dans le premier cas, de pareilles suites de gouttes de pluie, placées dans la circonférence d'un demi-cercle, dont l'œil du spectateur occupe le centre, cela vous donnera une seconde bande semi-circulaire, ornée des sept couleurs primitives.

Ce que nous avons supposé jusqu'ici, arrive effectivement : quand une nuée fond en pluie, il s'en trouve des gouttes dans toutes les places convenables, pour que les rayons émergens fassent, avec les rayons incidens, les angles que nous avons dit être nécessaires pour les apparences de l'arc-en-ciel.

Les couleurs de l'arc extérieur sont plus foibles que celles de l'arc intérieur, parce que les rayons qui forment l'arc extérieur, souffrent une réflexion de plus; ce qui cause beaucoup de déchet, parce que le jet de lumière ne se réfléchit pas en entier; il en sort une partie de la goutte.

Si l'on vouloit imiter les apparences de l'arc-en-ciel, il seroit aisé de le faire, au moyen

de deux globes de verre, remplis d'eau, que nous pouvons supposer représentés par les cercles *s t* D, (fig. 20, n°. 10 de l'Atlas), et *g d s*, (fig. 21, n°. 10 de l'Atlas), suspendus par leur axe avec des cordons *g h m*; qui passeroient sur des poulies fixées au plafond. En tirant ou lâchant les cordons, on éléveroit ou l'on baisseroit les globes, selon le besoin; et de façon, qu'en faisant tomber sur chacun d'eux un rayon solaire S *s*, dans une chambre obscure, on fît former, par ces rayons incidens avec les rayons émergens, des angles, tels que nous les avons dit être nécessaires pour produire les apparences des arcs-en-ciel.

Il faut remarquer que, dans ce cas-là, les couleurs se présentent à l'œil, et se placeroient sur un carton qu'on leur opposeroit, dans un ordre tout différent de celui dont nous avons parlé ci-dessus, et qu'on observe aux arcs-en-ciel; de sorte que les violets se trouvent dans l'intérieur, savoir: en B B; et les rouges dans l'extérieur; savoir: en *o*, *o*; tandis qu'au contraire, dans les arcs-en-ciel, (fig. 22, n°. 10 de l'Atlas), le rouge borde extérieurement l'arc intérieur, comme en *f*, et intérieurement l'arc extérieur, comme en *g*; et par-là, les rouges se trouvent en dedans, et les violets en dehors; mais il faut faire attention que, voyant ces couleurs au ciel, nous les y rapportons par des directions qui se croisent aux points d'émergence *s*, *e* (fig. 20, n°. 10 de l'Atlas), et *g* (fig. 21, n°. 10 de l'Atlas); c'est pourquoi

nous voyons les rouges en *r* , *r*, et les violets en *b*, *b*.

Nous avons dit ci-dessus que les deux arcs-en-ciel représentent chacun une bande semi-circulaire, (fig. 22, n°. 10 de l'Atlas) ; il est cependant très-probable que les gouttes de pluie qui séparent les couleurs, ne sont pas ainsi rangées ; mais voici la raison de cette apparence : l'œil étant placé au sommet d'un cône, voit les objets qui sont sur sa surface, comme s'ils étoient placés dans des cercles concentriques, inscrits les uns dans les autres, sur-tout lorsque ces objets sont assez éloignés de lui ; car, quand différens objets sont à une distance assez considérable de l'œil, ils paroissent en être à la même distance. Or, les gouttes d'eau, au travers desquelles passent les rayons de lumière, qui font voir les arcs-en-ciel, sont comme rangées sur la surface d'un cône, dont le sommet est à l'œil de l'observateur. En conséquence, ces gouttes doivent lui paroître, comme si elles étoient disposées dans autant de bandes ou arcs colorés, comme on le voit dans les arcs-en-ciel. On appèle *ligne d'aspect*, l'axe du cône dont le sommet est à l'œil de l'observateur, lequel axe est perpendiculaire au soleil.

Il est aisé de déduire de ces principes, l'explication de tous les phénomènes de l'arc-en-ciel :

1°. Par exemple, pourquoi les arcs-en-ciel sont toujours de même largeur ; c'est parce

que les degrés de réfrangibilité des rayons rouges et violets, qui forment ses couleurs extrêmes, sont toujours les mêmes ; ils produisent donc toujours les mêmes écartemens entre les couleurs ;

2°. Pourquoi l'arc-en-ciel change de situation, à mesure que l'œil en change ; c'est que les gouttes colorées sont disposées sous un angle déterminé autour de la ligne d'aspect, laquelle varie à mesure qu'on change de place. De-là vient aussi que chaque spectateur voit un arc-en-ciel différent : il faut pourtant dire que ce changement de l'arc-en-ciel pour chaque spectateur, s'ils sont près les uns des autres, n'est vrai que rigoureusement parlant ; car, les rayons du soleil étant censés parallèles, à cause du très-grand éloignement de cet astre, deux spectateurs voisins l'un de l'autre, voient assez sensiblement le même arc-en-ciel.

3°. D'où vient que l'arc-en-ciel forme une portion de cercle, tantôt plus grande, et tantôt plus petite ; c'est que la grandeur dépend du plus ou moins d'étendue de la partie de la superficie conique, qui est au-dessus de l'horizon dans le tems qu'il paroît ; et cette portion est plus petite ou plus grande, suivant que la ligne d'aspect est plus ou moins inclinée, ou oblique à la surface de la terre ; cette obliquité augmente à proportion que le soleil s'élève ;

4°. Pourquoi l'arc-en-ciel ne paroît jamais,

lorsque le soleil est élevé d'une certaine hauteur; c'est que la surface conique sur laquelle il doit paroître, est cachée sous l'horizon, lorsque le soleil est élevé de plus de 42 degrés;

5°. Pourquoi on voit quelquefois les jambes de l'arc-en-ciel, contiguës à la surface de la terre; et pourquoi, d'autres fois, ces jambes ne paroissent pas jusqu'à terre : c'est parce qu'on ne voit l'arc-en-ciel que dans les endroits où il y a des gouttes de pluie; or, si la pluie est assez étendue pour occuper un espace plus grand, que la portion visible de la surface conique, sur laquelle il doit paroître, on verra un arc-en-ciel qui ira jusqu'à terre; sinon, on n'en verra que dans la partie de cette surface occupée par la pluie.

On voit qu'on peut expliquer, en parlant des mêmes principes, pourquoi les jambes de l'arc-en-ciel, paroissent quelquefois inégalement éloignées; comment l'arc-en-ciel peut paroître interrompu et tronqué à sa partie supérieure; pourquoi l'arc-en-ciel ne paroît pas plus grand qu'un demi-cercle? etc.

La lumière de la lune, réfractée et réfléchie par les gouttes de pluie, produit l'arc-en-ciel, comme celle du soleil, et avec les mêmes couleurs; mais elles sont presque toujours plus foibles, parce que l'intensité de la lumière de la lune, est de beaucoup inférieure à celle de la lumière du soleil.

C'est encore à la réfraction de la lumière, par des gouttes d'eau, qu'on doit attribuer la

formation de ces cercles colorés, qu'on apperçoit autour du soleil, de la lune, des autres planètes et des étoiles, et que l'on appèle *couronnes*. Tous les physiciens conviennent qu'il faut les attribuer, comme on attribue l'arc-en-ciel, à la réfraction des rayons de lumière dans les particules de vapeurs, les gouttes d'eau, les parcelles de glace ou de neige, dont l'atmosphère est chargée ; avec cette différence que, dans l'arc-en-ciel, il y a réflexion et réfraction des rayons, et que, dans les couronnes, il n'y a que réfraction. La grandeur de ces couronnes varie beaucoup : elle dépend de l'épaisseur plus ou moins grande de ces corps hétérogènes, qui réfractent la lumière, et de leur proximité à nos yeux.

Ce qui appuie cette théorie, et lui donne de la vraisemblance, c'est qu'on peut imiter ainsi ce météore dans un tems froid : regardez une bougie allumée au travers de la vapeur qu'exhale de l'eau chaude, contenue dans un vase placé entre la bougie et votre œil, et vous verrez, autour de la flamme, une couronne colorée : vous aurez le même effet, si vous regardez au travers d'une glace de verre bien polie, et ternie par de petites gouttes d'eau imperceptibles, comme le sont, par un tems froid, les glaces des carrosses dans lesquels il y a du monde.

On peut faire ici une réflexion bien singulière ; on ne sait pas pourquoi une pierre tombe, et l'on connoît la cause des couleurs de

l'arc-en-ciel, et de leur arrangement respectif, quoique ce dernier phénomène soit, pour la multitude, beaucoup plus surprenant que le premier. Il semble que l'étude de la nature soit propre à nous enorgueillir d'une part, et à nous humilier de l'autre.

Des couleurs considérées dans les objets qui nous les font sentir.

Comme les couleurs appartiennent invariablement à la lumière, les corps ne peuvent paroître de telle ou telle couleur, qu'autant qu'ils ne réfléchissent ou ne transmettent que des rayons de cette couleur, ou qu'ils réfléchissent ou transmettent plus de rayons de cette couleur que des autres; ou plutôt, ils paroissent de la couleur qui résulte du mélange des rayons qu'ils réfléchissent ou transmettent.

Mais comme plusieurs corps, exposés au même jour, à la même lumière, paroissent de couleurs différentes, il faut nécessairement qu'il y ait en eux quelques dispositions qui les rendent chacun propres à réfléchir, ou transmettre certaines parties de cette lumière, à l'exclusion des autres. Quelles sont donc ces dispositions ?

Newton, après un grand nombre d'observations et d'expériences, s'en est tenu, pour rendre raison de la couleur des corps, à la seule épaisseur plus ou moins grande des petites lames ou particules qui les composent; il a cru

en voir la preuve dans les bulles de savon, dont les parois changent de couleur en changeant d'épaisseur, ainsi que dans les lames minces de verre que soufflent les émailleurs, et qui font voir différentes couleurs, suivant leurs différens degrés d'amincissement.

Il y a les mêmes apparences de couleurs dans différentes épaisseurs; ce ne sont donc pas les épaisseurs seules qui sont les causes de ces apparences; il faut donc qu'il s'y joigne quelqu'autre cause.

Pourquoi n'y joindroit-on pas, comme nous l'avons dit ci-dessus, la figure de chacune des particules des corps, et la contexture de leur assemblage, d'où doivent résulter des différences dans leur porosité, qui feroient que l'un admettroit dans ses pores une lumière d'une couleur, et l'autre, une lumière d'une autre couleur? Car, les bougies de différentes couleurs doivent avoir des figures différentes; et ce seroient alors ces particules de lumière, qui, étant comme encadrées dans les pores des corps, seroient capables de recevoir et de rendre, à des particules de lumière semblables, le mouvement qui leur est propre, et nous feroient ainsi appercevoir les couleurs. Ainsi, la cochenille teint en rouge les surfaces qu'elle enduit; et un verre rouge fait paroître de cette couleur les objets qu'on voit au travers; parce que les parties de l'une sont comme des éponges, qui s'abreuvent aisément de lumière rouge, et la réflechissent avec énergie; et que les po-

res alignés de l'autre reçoivent facilement des suites de particules de lumière rubrifique, et les transmettent avec autant de facilité : il faudroit de plus convenir que les pores des corps sans couleur ou limpides, tels que la neige, l'eau, le verre, etc., sont capables de recevoir des lumières de tous les ordres, etc. et, par-là, de réfléchir, ou de transmettre toutes les espèces, soit qu'elles arrivent ensemble, ou séparément à leur surface.

Tout cela prouve, de plus en plus, ce que nous avons dit ci-dessus, que les couleurs n'appartiennent point à la nature des corps, mais qu'elles appartiennent invariablement à la lumière, puisque le même corps les perd et les reprend successivement, avec tant de facilité : on sait que, si, à du syrop de violettes, étendu d'eau, on mêle quelques gouttes d'acide nitrique, il devient rouge ; si l'on y mêle quelques gouttes d'ammoniaque, il devient d'un très-beau-bleu ; si, sur ce mélange, ainsi coloré, on verse un peu d'acide nitrique, il perd sa couleur ; et ainsi de plusieurs autres mélanges analogues, bien connus des chimistes. Tous ces changemens ne peuvent venir que de ce qu'une liqueur atténue les parties de l'autre, en les divisant, ou les grossit, en leur unissant les siennes ; ce qui ne peut guère avoir lieu, sans que la figure des parties soit changée, et par conséquent celle des pores de la masse, d'où résulte une réflexion ou une transmission d'une couleur différente. L'action

seule de la lumière produit aussi de ces changemens ; c'est elle qui occasionne le vert des campagnes, en rendant les feuilles des plantes propres à réfléchir la couleur verte en plus grande abondance qu'aucune autre ; en effet, une plante, couverte d'un corps opaque, ne prend point de verdure ; si on la découvre, elle devient verte ; si on la couvre de nouveau, elle perd sa verdure.

Il y a des corps capables de transmettre une couleur, et d'en réfléchir une autre ; tel est l'or, qui paroît jaûne par réflexion, et bleu verdâtre par transparence : cela vient sans doute de ce que sa surface est propre à réfléchir le jaûne, et de ce que ses pores ne peuvent transmettre que le bleu mêlé d'un peu de vert.

Il y a des corps qui transmettent facilement la lumière et lui donnent un libre passage ; d'autres ne lui permettent pas de passer, l'arrêtent ou la réfléchissent : on appèle les premiers *corps transparens*, et les autres, *corps opaques*. D'où vient cette différence ? Newton prétend, et nous pensons avec raison, que l'opacité des corps vient de la multitude des réfractions et réflexions qui ont lieu dans leurs parties intérieures : selon lui, entre les parties des corps opaques, et entre celles des corps colorés, il y a plusieurs espaces, ou vuides, ou remplis de milieux d'une densité differente de celle de ces corps : la lumière ne peut donc pas traverser ces parties, sans éprouver un grand nombre de réfractions et de réflexions, qui l'empêchent

l'empêchent de se propager en lignes droites ; d'où il suit que la principale cause de l'opacité est, ou la discontinuité des parties des corps opaques, ou la différente densité des parties qui les composent.

Car, il y a des liqueurs transparentes qui, si on les mêle ensemble, deviennent opaques, parce qu'elles ont des densités et des pouvoirs réfringens différens ; telles sont l'eau et l'huile essentielle de thérébentine : séparément, ces deux liqueurs sont très-transparentes ; si on les mêle ensemble, le mélange devient opaque et paroît d'un blanc mat : c'est pour cela que les brouillards troublent la transparence de l'air.

De même, il y a des corps opaques qui deviennent transparens, si l'on remplit leurs pores d'une substance dont la densité égale, ou du moins approche beaucoup de celle des parties de ces corps ; c'est ce qui arrive à du papier qu'on mouille ou qu'on imbibe d'huile. Lorsque ce papier étoit sec, ses pores étoient remplis d'air, dont la densité est très-différente de celle des parties qui composent le papier en le mouillant d'eau ou d'huile, qui sont des substances dont la densité approche beaucoup plus de celle des parties du papier, que ne le fait la densité de l'air, dont ses pores étoient d'abord remplis. Dans le premier cas, la lumière éprouve donc plusieurs réfractions et réflexions, qui n'ont pas lieu, ou du moins très-peu, dans le second.

De la Vision artificielle et des instrumens d'Optique (1).

Nos yeux, tant qu'ils sont sains, suffisent à nos besoins, mais non pas toujours à notre curiosité ; car, la vision naturelle est renfermée dans des limites assez étroites ; s'il se trouve quelque corps opaque entre l'objet et nous, nous ne le voyons point : si, quoiqu'il n'y ait aucun obstacle, l'objet est trop éloigné ou trop petit, nous ne le voyons pas non plus. C'est encore pis, si nos yeux sont affoiblis par l'âge, ou par quelqu'autre cause, ou s'ils sont naturellement mal conformés.

L'art a su remédier à une partie de ces inconvéniens, en nous fournissant des instrumens, au moyen desquels nous pouvons voir de nouveau les objets qui ont cessé d'être visibles pour nous, appercevoir ceux qui sont cachés à nos regards directs, et même ceux qu'un trop grand éloignement, ou une extrême petitesse, met hors de la portée de notre vue. Ce sont ces instrumens que nous allons faire connoître, ainsi que leur usage.

---

(1) Nous aurions dû parler ici de la vision naturelle, et donner la description de l'œil ; mais nous l'avons fait dans le premier volume de ce recueil.

Des lunettes.

Le défaut le plus ordinaire de la vue, et presque inévitable dans un âge un peu avancé, c'est de ne pouvoir distinguer les petits objets, lorsqu'ils sont placés à la distance ordinaire, qui est de dix ou douze pouces ; les rayons, qui composent chaque faisceau partant de chaque point, se trouvent trop divergens, soit que l'œil se soit applati par l'âge, soit que ses humeurs aient perdu une partie de leur pouvoir réfringent ; ils arrivent donc au fond de l'œil, avant d'être réunis : si l'on place l'objet plus loin, cela diminue, à la vérité, la divergence des rayons ; mais l'objet paroît encore plus petit, et les jets de lumière, partant de chaque point, en deviennent trop rares, et font sur l'œil une trop foible impression : pour pouvoir rapprocher l'objet, et ne pas recevoir des rayons trop divergens, on se sert de lunettes, c'est-à-dire, de verres convexes, qui diminuent la divergence des rayons : les personnes qui ont ce défaut de la vue, sont appelées *presbytes*. Un autre défaut de la vue, opposé à celui des presbytes, est de ne pouvoir distinguer les objets que de fort près ; ceux qui ont ce défaut sont appelés *myopes*. Ou ils ont les humeurs des yeux trop convexes, ou ces humeurs ont un pouvoir réfringent trop grand, ou le globe de l'œil trop allongé ; et par-là, la rétine est trop éloignée du crystallin : il arrive de-là que les

ayons qui composent chaque faisceau, partant de chaque point, se trouvent trop peu divergens; ils se réunissent donc avant d'être arrivés au fond de l'œil. Pour donner aux rayons le degré de divergence qui leur manque, on se sert de verres concaves, qui augmentent la divergence des rayons.

Résumé sur tous les instrumens de la catoptrique et de la dioptrique.

En traitant de la catoptrique, nous avons observé trois differentes sortes de miroirs: les *plans*, les *convexes*, et les *concaves*. Dans les miroirs plans, les objets sont représentés dans leurs images, précisément aussi loin derrière le miroir, qu'ils sont réellement devant; ils paroissent situés du même côté, et les images sont à tous égards semblables en grandeur aux objets qu'elles représentent. Nous avons dit que les miroirs convexes sont ceux dont la surface est sphériquement arrondie; qu'au moyen de ces miroirs, tous les objets paroissent derrière le verre; que leurs images paroissent toutes élevées; qu'elles sont toutes plus petites que l'objet, etc. Nous avons enfin observé que les miroirs concaves sont ceux dont la surface polie ou celle qui est proche de l'œil, est sphériquement creuse; nous avons décrit leurs propriétés et fait voir comment ils deviennent des ardens.

En parlant de la dioptrique, qui traite de

la nature de la vision qui se fait, au moyen des rayons de lumière rompus, en passant dans différens milieux, mais sur-tout à travers les verres qu'on appèle *lentilles*, nous avons fait connoître leurs différentes sortes et leurs usages. Nous nous bornerons à rappeler ici ces cinq différentes sortes, qui sont, 1°. les *plano-convexes*, qui sont unies d'un côté et convexes d'un autre ; 2°. les *plano-concaves*, qui ont les deux surfaces convexes ; 3°, les *doubles-concaves*, dont un des côtés est convexe et l'autre concave ; 4°, les *convexo-concaves*, dont un des côtés est convexe et l'autre concave ; les lentilles de cette dernière espèce se nomment *méniques*.

Ce que nous avons remarqué sur la nature des verres lenticulaires en général, suffit pour comprendre la structure et les effets des machines de dioptrique, comme le microscope, le télescope, la chambre obscure, et la lanterne magique.

Du Microscope.

Soit D E le verre objectif, et *f g* le verre oculaire d'un microscope (fig. première, n°. 11 de l'Atlas), et *a b c* un petit objet que l'œil placé en P se proprose d'examiner : tirez la ligne ou l'axe *a* A, qui passe par le centre de la lentille D E ; soit *a* D un rayon, qui part du point *a* de l'extrémité de l'objet, et tombe sur la partie la plus extérieure D

de la lentille ; ce rayon se détournera dans la direction D A, et coupera l'axe au point du foyer A ; pareillement un rayon *a* E, tombant sur l'autre côté E, sera rompu en E A, et rencontrera l'axe au même point A ; de sorte que tout le cône de rayons D *a* E se rompra, et formera le cône D A E ; donc l'extrémité *a* de l'objet sera représentée en A ; de la même manière, les cônes D *b* E, et D *c* E deviendront, après la réfraction D B E, et D C E ; par conséquent les trois points *a b c* seront représentés dans l'image en A B C, et tous les points qui sont entre les premiers, seront peints pareillement entre les derniers.

2°. Donc, le petit objet *a b c* aura son image tracée dans le foyer A B C, et l'image sera en proportion plus grande que l'objet, selon que la distance de la distance au verre D E sera plus grande que celle de l'objet à ce même verre ; et la position de l'objet sera renversée dans son image ; comme il est évident par la figure.

3°. L'image A B C doit maintenant être considérée, comme un objet qu'on apperçoit à travers le verre oculaire *f g* : or, il faut bien remarquer que les rayons, qui tombent parallèlement sur des lentilles convexes égales, se réunissent dans le centre de convexité ; donc, si l'image A B C est placée dans le centre, ou foyer du verre oculaire *f g*, tous les rayons qui en partent, après avoir souffert une réfraction à travers le verre, s'avan-

ceront d'une manière parallèle jusqu'à ce qu'ils arrivent à la prunelle de l'œil qui est en *p*; et il est nécessaire qu'ils le fassent pour produire une vision distincte.

4°. Arrivés à la prunelle *p*, les rayons se croisent encore les uns les autres, et l'humeur crystalline *d e f* les ramasse, et les assemble en un foyer qui est sur la rétine au fond de l'œil; et la seconde image *a b c* s'y forme dans sa véritable position, semblable à celle de l'objet *a b c*; cependant, malgré cela, l'esprit conçoit l'idée de l'objet comme renversé.

Des Télescopes.

Le premier télescope que nous examinerons, est celui qu'on appèle lunette d'approche (fig. 2, n°. 11 de l'Atlas); il est composé d'un verre objectif convexe C D, et d'un verre oculaire concave E *f*, qui est tellement placé, que le foyer, ou le centre de chaque lentille doit tomber sur le même point; donc, les rayons parallèles venant de tout objet A B, et détournés par C D vers E *f*, seront encore rendus parallèles en passant par E *f*, et par conséquent propres à produire une vision distincte; 1°. cette lunette fait voir les objets dans leur véritable situation; car, les rayons ne se croisent, ni ne se coupent dans leur endroit; c'est ce qui fait paroître les objets renversés; 2°. elle grossit les objets, à proportion de la distance du foyer de la lentille convexe D, à celle

du foyer de la lentille concave E *f*; 3°. avec cette lunette, on n'apperçoit que précisément ce qui tombe sur la prunelle de l'œil *i*, qui, par conséquent, dans les objets proches et grands, n'en est qu'une très-petite partie; aussi, cette lunette ne peut guère être d'usage dans ces cas.

2°. La seconde sorte de télescope, est celle qui est aussi composée de deux verres, mais tous les deux convexes, comme A *h* et B *i* (fig. 3, n°. 11 de l'Atlas): soit K le foyer des deux lentilles, dont l'image d'un objet fort éloigné E *f*, y sera représentée, et paroîtra renversée à un œil placé dans l'axe *m g*, en quelqu'endroit que ce soit, derrière la lentille B L; c'est la raison pour laquelle on ne s'en sert que rarement, si ce n'est pour observer les corps célestes, à la position desquels on n'a point d'égard: ce télescope grossit aussi les objets, en proportion de la distance du foyer du verre objectif Q K, à celle du foyer du verre oculaire K L. On apperçoit d'un seul coup-d'œil, avec ce télescope, toute la partie de l'objet qui tombe sur la surface entière du verre objectif.

Le télescope de la troisième espèce, est celui dont on se sert ordinairement pour envisager les objets terrestres: il est composé d'un verre objectif A H (fig. 4, n°. 11 de l'Atlas) et de trois verres oculaires, qui tous ont le même foyer B, C, D: il est sensible que ce télescope est le même que le précédent, au-

quel on a ajouté les deux verres oculaires C et D ; car, au lieu que l'objet étoit auparavant renversé dans le foyer K, en ajoutant le verre C, il sera rétabli de nouveau dans sa véritable position dans le foyer O, et il paroîtra tel à l'œil I, placé derrière le troisième verre D, si on fait tomber les foyers de C et de D sur le même point O ; alors ce télescope représente les objets dans leur position naturelle, et est à tous égards le même que le précédent.

La quatrième sorte de télescope, est celui qui a été inventé par Newton, et qu'on appèle le télescope à réflexion, ou *catadioptrique ;* il est composé d'un tube A B C D, de deux, trois ou quatre pieds de long (fig. 5, n°. 11 de l'Atlas) qui est ouvert à l'extrémité vers l'objet C D ; à l'autre bout est placé un miroir concave E (dans l'axe du tube) qui est soutenu par une tige ou pied F : les deux miroirs sont disposés de manière, que le foyer de chacun doit tomber sur le point commun *h* qui est entr'eux ; alors, l'image de tout objet qui entre dans le tuyau, comme *a b*, et qui tombe sur le grand miroir A B dans les points *c d*, est réfléchie de-là entre les rayons *d h*, et *c h*, au foyer *h*, où les rayons se croisant renversent l'image, comme en *i k ;* et cette image étant arrivée au foyer du miroir E, et tombant dessus dans les points *f g*, sera réfléchie encore une fois en rayons parallèles, qui passeront par le trou *e* du grand miroir ;

et tombant sur la lentille convexe en *g*, se croiseront encore les uns les autres, dans son foyer *m*, et y traceront l'image dans sa véritable situation, telle qu'elle doit être apperçue par l'œil *i*, à travers du verre oculaire *h*, dont le foyer est aussi en *m*.

Ce télescope grossit les diamètres des objets, en proportion de la distance du foyer des miroirs objectifs, à la distance du foyer du verre oculaire, comme font les autres télescopes; mais dans celui-ci on peut, à cause de la réflexion des rayons, se servir d'un verre oculaire, dont le foyer soit plus court qu'il ne le faut dans les télescopes à réfraction; c'est pourquoi un télescope à réflexion, de six pieds de longueur, grossit les objets, autant qu'un télescope à réfraction de 100 pieds de long; aussi, les estime-t-on beaucoup plus, quoiqu'ils ne laissent pas d'avoir leurs inconvéniens.

Si la distance du foyer des verres objectifs ou miroirs (dans tout télescope) est de 50 pouces, et que celle du verre oculaire ne soit que d'un pouce, alors le diamètre d'un objet éloigné sera grossi cinquante fois plus qu'il n'est ordinairement, sa surface 2500 fois, et sa solidité, ou tout le corps, 125,000 fois.

De la Chambre obscure.

La chambre obscure, *camera obscura*, n'est rien autre chose qu'une chambre, cabinet ou réduit, qui est dans l'obscurité, et un verre

convexe appliqué à un trou qu'on pratique à un de ses côtés comme C (fig. 6, n°. 11 de l'Atlas); tout objet de dehors qui est vis-à-vis cette chambre, par exemple, un arbre comme A B jetera des rayons, qui, passant à travers de la lentille entre les rayons A C et B C, iront tomber sur l'autre côté de la chambre (qu'on suppose placé à la distance du foyer de la lentille C), où ils peindront l'image de l'objet avec les couleurs les plus vives, et d'une manière qui surpassera l'effort du peintre le plus habile, par rapport au coloris, et par rapport au mouvement de chaque partie de l'objet; ce qu'on regarde comme une perfection si inimitable, qu'il n'y a que le pinceau de la nature qui puisse y atteindre: à la vérité l'image *a b* sera renversée, et elle sera proportionnée à l'objet, comme sa distance C D du verre, est à la distance D C de l'objet.

Si l'objet est placé à la distance de douze fois le rayon de convexité de la lentille, l'image sera exactement aussi grosse que l'objet; remarquez que nous supposons ici que la lentille C est également convexe des deux côtés; le seul tems qui convienne pour faire une chambre obscure, est lorsque le soleil luit; car, à moins que les objets ne soient fortement éclairés, la peinture seroit obscure, et ne vaudroit pas grand-chose.

De la Lenterne magique.

Après tous ce que nous avons dit, il est aisé à la simple inspection de la figure 7, n°. 11 de concevoir la raison des effets de la lanterne magique : soit A B D E une section de cette machine, C une chandelle qui est placée dedans, F une grande lentille convexe et hémisphérique, qui éclaire fortement les peintures renversées qui sont sur la plaque *g k ;* la lumière venant de chacune d'elle, comme *a b*, est obligée, en passant par la lentille L *m*, de s'etendre, et de s'ecarter beaucoup, et par ce moyen de peindre une grande image A B sur la muraille, ou toute autre chose qui se trouve au foyer de ces rayons : si cette image représente un objet hideux, elle sera terrible pour les spectateurs, qui ne connoissent point la nature des machines de dioptrique. Voyez ci-après l'article intitulé : du *Microscope solaire.*

Des Lunettes achromatiques.

Les lunettes achromatiques sont celles desquelles le verre objectif ne laisse appercevoir aucune couleur de l'iris, quelque grand que soit le diamètre de son ouverture ; il peut donc y avoir alors beaucoup de lumière dans l'instrument ; ce qui permet d'y employer un oculaire d'un foyer très-court, d'où résulte une

plus grande amplification de l'image ; car, ces lunettes sont de vrais télescopes astronomiques, mais de beaucoup supérieurs à ceux qui les ont précédés.

Du Microscope solaire.

Le microscope solaire est un instrument de dioptrique, par le moyen duquel on voit en grand, dans une chambre obscure, les images de très-petits objets vivement éclairés par le soleil ; cet instrument, qui nous est venu de Londres, en 1743, avoit été inventé peu de tems auparavant, par le docteur *Liéberkuin*.

Pour faire usage du microscope solaire, il faut avoir une chambre bien fermée et bien obscure, qui ait une fenêtre tournée vers le soleil, et au volet de laquelle il y ait un trou, propre à recevoir le porte-lumière, dans lequel s'ajustent les tuyaux et autres pièces qui portent les deux lentilles, et le porte-objet dont le microscope est composé : moyennant cela, on peut introduire au besoin, dans cette chambre obscure, un gros faisceau de lumière solaire, qu'on dirige horizontalement, par le moyen d'un miroir plan mobile, placé en dehors de la fenêtre.

Supposons A B, (fig. 8, n°. 11 de l'Atlas) le miroir plan ; et qu'au trou du volet de la fenêtre, on ait placé le porte-lumière, auquel on ait ajusté un tuyau garni d'un verre convexe C, dont le foyer soit à 7 à 8 pouces de distance : soit *f g* le

faisceau de lumière solaire, qui, tombant sur le miroir A B, est réfléchi dans la direction horizontale *g h*, vers la lentille C, laquelle rassemble à son foyer les rayons solaires qui composent ce faisceau : si nous supposons maintenant une petite lame de verre D, qui porte l'objet, placée dans ce jet de lumière vive, et qu'on en approche la lentille E, de manière que le porte-objet D en soit à une distance un peu plus grande que celle de son objet, les rayons de chaque faisceau qui partent de chaque point de l'objet, après avoir traversé la lentille E, sont un peu convergens entr'eux ; et tous ces faisceaux, s'étant croisés dans la lentille E, s'en vont, en divergeant entr'eux, peindre une image renversée de cet objet, prodigieusement amplifiée, sur la muraille, ou sur une toile blanche *i k*, élevée verticalement à 10 ou 12 pieds de distance, vers le fond de la chambre.

Le microscope solaire est un instrument très-curieux et très-intéressant ; il est très-propre à étendre les progrès de l'histoire naturelle et de la physique, par la facilité qu'il donne de voir en grand, et sans aucune fatigue, et par plusieurs personnes à-la-fois, des objets prodigieusement petits : un cheveu y paroît gros, comme un manche à balais ; une puce, grosse comme un mouton, et même comme un bœuf : un des spectacles qui fassent le plus de plaisir, c'est d'y voir la circulation du sang dans la queue d'un têtard,

ou la crystallisation des sels, et sur-tout celle du muriate d'ammoniaque: le premier de ces spectacles ressemble à une carte de géographie enluminée, et dont toutes les rivières seroient animées par un véritable écoulement; et le second ressemble à une végétation miraculeuse, par la promptitude avec laquelle elle s'exécute.

On peut, par le moyen de ce microscope, dessiner commodément les objets, et de telle grandeur qu'on veut, ainsi que nous l'avons déja observé, dans l'article de la chambre obscure, lequel ne fait qu'un avec cet article-ci. Par ce microscope, la grandeur apparente de l'objet varie à volonté; il ne faut pour cela, que faire varier la distance du plan I K au microscope, et changer un peu la distance respective des deux lentilles C et E; et comme le plan I K est transparent, puisqu'il est de toile ou de taffetas, et qu'on voit l'image de l'objet, presqu'aussi clairement derrière que devant, on pourra la copier derrière le plan: par-là, l'ombre de la main n'interceptera pas la lumière, comme elle le feroit, si on la copioit par devant.

La lanterne magique est un instrument que nous devons au père *Kirker*, allemand, et qui n'est d'aucune utilité, mais seulement de pure curiosité: elle ressemble beaucoup, comme on a pu le voir, quand nous en avons parlé un peu plus haut, par sa construction et ses effets, au microscope solaire; la lumière y a une

marche semblable, et ses rayons vont de même peindre en grand, sur un plan blanc, des objets peints sur des lames de verre; on l'éclaire avec la lumière d'une chandelle, mieux encore avec un gros jet de lumière solaire.

CHAPITRE XII.

Du Magnétisme.

Ayant suffisamment traité dans le premier volume de ce recueil, de tout ce qui concerne l'astronomie physique, ou la science des astres, ainsi que le phénomène des marées, ou du flux et reflux de la mer, il ne nous reste qu'à traiter ici du *magnétisme*. On appèle *magnétisme*, cette vertu qu'a l'aimant d'attirer le fer et l'acier, et de s'y attacher plus ou moins fortement; d'attirer ou de repousser un autre aimant, selon qu'ils se présentent l'un à l'autre par les poles de différens noms ou *amis*, ou par les poles de même nom ou *ennemis*; de diriger l'un de ces poles vers le nord, et l'autre vers le sud; de ne pas suivre exactement en tout tems, et en tout lieu, la direction *nord* et *sud*, mais de décliner de quelques degrés, soit vers l'est, soit vers l'ouest; d'incliner un de ses poles vers la surface de la terre; et cela d'un nombre de degrés d'autant plus grand, que l'aimant est situé plus près

près d'un des poles de la terre ; enfin de communiquer toutes ses propriétés au fer et à l'acier ; ensorte que ce fer ou cet acier soit, par-là, devenu capable de produire tous les phénomènes que produit l'aimant lui-même.

L'aimant est une pierre, qui tient un peu de la nature du fer : cependant il a plutôt les caractères d'une pierre, que ceux d'un métal ; il est cassant ; il se calcine et se pulvérise ; et il n'est ni malléable, ni fusible. Il est bien vrai qu'il fond au foyer d'un verre ardent ; mais il y fond, à la manière des pierres, et en se vitrifiant.

Chaque aimant a deux poles, dans lesquels réside la plus grande partie de sa vertu : pour les reconnoître, et savoir où ils sont situés, on place l'aimant sur un morceau de glace polie, sous laquelle on a mis une feuille de papier blanc ; on répand peu-à-peu sur cette glace, de la limaille de fer autour de l'aimant ; et on frappe doucement sur les bords de la glace, pour donner plus de mobilité aux molécules de limaille, et les mettre dans le cas d'obéir plus aisément aux écoulemens magnétiques : aussitôt on voit la limaille prendre un arrangement régulier, tel qu'on peut l'observer dans la figure première, dans laquelle la limaille est dirigée en lignes droites A A, B B, sur les côtés et en s'éloignant des poles ; de sorte que les poles sont les points où convergent toutes ces différentes lignes droites et courbes.

On trouve, mais rarement, des aimans qui ont plus de deux poles ; ils en ont quatre, et quelquefois six : nous en avons vu un qui avoit quatre poles, situés de manière que les deux lignes droites qui le traversent d'un bout à l'autre, se coupent à angles droits.

On appèle *axe* de l'aimant, la ligne droite A B qui le traverse d'un pole à l'autre ; l'*équateur* de l'aimant est le plan perpendiculaire qui le partage par le milieu de son axe ; et son *méridien* est le plan qui lui est perpendiculaire, suivant la longueur de son axe, et qui passe par conséquent par ses poles.

Cette propriété de l'aimant, d'avoir des poles, est comme essentielle à tous les aimans ; car, on aura beau diviser un aimant en tant de morceaux qu'on voudra, les deux poles se trouveront toujours dans chaque morceau.

On a donné aux poles de l'aimant les mêmes noms, qu'aux poles du monde ; parce que l'aimant, lorsqu'il est libre de se mouvoir, a la propriété de diriger toujours ses poles, vers ceux de notre globe ; c'est-à-dire, qu'un aimant, mobile sur son centre de gravité, ayant son axe parallèle à l'horizon, s'arrête constamment dans une situation telle, qu'un de ses poles regarde vers le nord, et l'autre vers le sud ; et si on le dérange de cette situation, il ne cesse de se mouvoir et d'osciller, jusqu'à ce qu'il ait repris sa première direction. En Angleterre, on est convenu d'appeler *pole austral* ou *sud*, celui qui se dirige vers le nord, et

pole *boréal* ou *nord*, celui qui se dirige vers le sud. Cette façon de s'exprimer n'est point en usage en France; on y appèle *pole nord*, celui qui se dirige vers le nord; et *pole sud*, celui qui se dirige vers le sud.

D'après ce que nous avons dit ci-dessus, on voit que l'aimant a ses propriétés, qui sont: l'*attraction*, la *répulsion*, la *direction*, la *déclinaison*, l'*inclinaison*, et la *communication*. Nous allons exposer les phénomènes de ces différentes propriétés.

Première propriété. *Attraction*. L'aimant attire le fer et l'acier, et en est attiré; et ils s'attachent l'un à l'autre, plus ou moins fortement: c'est par cette propriété, que l'aimant a été d'abord connu. Si l'on présente à un aimant, un morceau de fer ou d'acier, suspendu, ou placé de façon à pouvoir se mouvoir librement, il obéira à l'action de l'aimant; il en sera attiré; et avec d'autant plus de force, qu'il en sera plus proche; de sorte que, lorsque ces deux substances se touchent, on ne peut les séparer sans effort: les mêmes effets auront lieu, si, à ce morceau de fer ou d'acier, on présente un aimant, qui ne soit retenu par aucun obstacle.

Quoique l'aimant attire le fer et l'acier, dans son état naturel, et sans aucune préparation, il a cependant une force attractive beaucoup plus grande, lorsqu'il est armé: le raison en est sans doute, que, lorsque l'aimant est nud et sans armure, la vertu de chacun de ses

poles occupe un trop grand espace, étant distribuée, dans toute l'étendue, du côté de l'aimant où ce pole est situé. Il paroît que l'armure concentre cette vertu, ce qui augmente beaucoup sa puissance ; et, comme les deux pieds de l'armure se trouvent placés sur le même côté, on a la facilité de faire agir les deux poles à-la-fois, sur une seule et même masse de fer que l'on veut soulever.

Pour armer un aimant avec le plus d'avantage, voici, à notre avis, la meilleure manière d'y procéder ; elle est décrite par Musschenbroek, dans son Essai de Physique : après avoir trouvé les deux côtés de l'aimant, où sont situés ses poles, on scie ses deux côtés perpendiculairement à l'axe, et parallèlement entr'eux; enfin, on les polit le mieux qu'il est possible, afin de pouvoir y appliquer d'autant mieux les armures : pour cet effet, on peut d'abord frotter ses côtés sur une pierre à aiguiser avec de l'eau, et les polir ensuite sur un morceau plat de glace de miroir, avec de l'eau et la pierre de Jutlande rougie au feu ; il faut sur-tout chercher à conserver, autant qu'il est possible, la plus grande longueur de l'axe de l'aimant ; car elle est d'une bien plus grande importance, et contribue beaucoup plus à la vertu attractive de l'aimant, que ne le fait sa hauteur, ou son épaisseur.

Lorsqu'on a donné à l'aimant la figure la plus avantageuse qu'il puisse avoir, il faut travailler à former les armures : elles doivent

être de fer, et non pas d'acier, et du fer le plus raffiné et le moins dur qu'on puisse trouver, et dans lequel il n'y ait point de paillètes ; il faut donc faire l'armure de fer flexible, seulement en l'alongeant, sans confondre ses parties, ou sans les battre l'une dans l'autre, afin que le fil du fer puisse rester droit. On fait, pour chaque côté des poles de l'aimant, une armure, à laquelle on donne cette figure (fig. 1re., no. 11 de l'Atlas) ; A B est une plaque plate de fer, qui représente la jambe, laquelle doit être à-peu-près aussi longue que l'aimant est haut, et avoir autant de largeur C C, G G, que l'aimant a d'épaisseur : sous cette jambe, doit être placé le pied D S E de l'armure, qui est un morceau de fer posé en travers, et qui tombe à angle droit sur la jambe A B. Sa largeur D S, restant par-tout la même, depuis le commencement B, jusqu'à son extrémité D S, doit être les deux tiers de la largeur G G de la plaque, et avoir en hauteur S C autant qu'en largeur D S : il faut que ce pied aille en diminuant, et en s'arrondissant sur les côtés, depuis S et D jusqu'en E ; de sorte que la largeur de sa partie inférieure, proche de E, ne soit qu'un tiers ou un quart de la largeur D S de sa partie supérieure.

Il est très-important de donner à la jambe A B une épaisseur convenable ; car, si on la fait trop mince, ou trop épaisse, le pied D S E portera un moindre poids : ce n'est que par des

essais qu'on peut connoître l'épaisseur qu'il faut; quand on l'a connue, on travaille les deux autres pièces, et on donne à chacune des jambes, la même épaisseur, que celle qu'on a trouvée auparavant être la meilleure de toutes.

Nous avons dit qu'il faut prendre les quatre pièces d'armure dans le même morceau de fer; si on les faisoit de fers différens, il se pourroit bien faire que, pour avoir la meilleure épaisseur requise, il fallût leur en donner de différentes.

Cela fait, on rend le haut C C de la jambe A B plus court que l'aimant d'environ un tiers de ligne; on arrondit un peu le bout proche de C C; il faut aussi abattre les angles extérieurs de toute la jambe jusqu'à l'aimant, en les arrondissant: si l'on n'a pas cette attention, on trouvera que la vertu attractive de l'aimant semble se déterminer vers tous les angles; ce qui l'empêche de s'introduire en entier dans le pied; ce qui est cependant l'unique but qu'on se propose: on a encore observé que les jambes doivent être plus minces en haut, et plus épaisses en bas, près du pied.

Pour faire bien appliquer les armures contre les deux côtés de l'aimant, on se sert de deux bandes de cuivre E *f* (figure 2, n°. 11 de l'Atlas) qui entourent l'aimant, l'une E à la partie supérieure, et l'autre *f* à la partie inférieure de l'armure, et que l'on serre fortement chacune par le moyen d'une vis de cuivre, qui en traverse les extrémités.

On peut suspendre l'aimant, ainsi armé, de différentes manières; par exemple, en attachant deux petites chevilles à la tête à la bande supérieure E, auxquelles on fixe une penture ou bélière de cuivre *g*, au milieu de laquelle on fait passer la queue d'un anneau *h*, qui peut tourner dans cette bélière : de cette manière l'aimant est suspendu par l'anneau, et tourne comme on veut.

Il faut aussi donner à l'aimant, ainsi armé, un *portant* A B C D de fer doux et flexible, qu'on met sous les pieds de l'armure, et auquel on suspend les poids qui peuvent être soulevés par l'aimant; il est nécessaire de donner à ce portant une figure et des dimensions convenables, ainsi que nous l'avons dit relativement aux jambes et aux pieds de l'armure, et auquel on suspend les poids qui peuvent être soulevés par l'aimant : il est nécessaire de donner à ce portant une figure et des dimensions convenables, ainsi que nous l'avons dit relativement aux jambes et aux pieds des armures ; ce portant doit être fait d'un fer bien raffiné, qui ne doit être doublé en aucun endroit, ni fendu, ni rompu ; il doit être un peu plus large que la bâse inférieure des pieds de l'armure ; sa longueur doit avoir 4 ou 5 lignes de plus, que la distance qui se trouve entre les faces extérieures C et D des pieds de l'armure ; quant à sa hauteur B C, il n'y a que l'épreuve qui puisse apprendre quelle elle doit être; car, il se rencontre des ai-

mans qui exigent un portant deux fois aussi haut, que celui qu'exigent d'autres aimans, sans qu'on puisse en découvrir la raison ; il faut donc que le portant n'ait, ni trop, ni trop peu de hauteur ; on doit donc en chercher la meilleure hauteur, en en rendant un inutile, comme nous avons dit qu'on doit le faire pour les armures ; et en faisant un second portant du même fer, et qui ait précisément la hauteur qu'on a trouvée la meilleure de toutes.

Pour ce qui est de la figure, voici ce qu'il faut observer : la surface supérieure D C du portant doit être bien polie, et avoir des angles aigus, et non arondis ; mais les angles du côté inférieur A B peuvent être arrondis : il vaudroit cependant mieux que les extrémités D A, C B, fussent carrées ; ensorte que le portant eût la figure d'un parallèlipipède rectangle, que d'être seulement arrondies à demi ; mais, si l'on donne au portant la figure A B C D qu'on voit ici représentée, l'aimant portera plus de poids, que si l'on lui donnoit toute autre figure.

L'on fait au milieu de la partie inférieure A B du portant, un trou très-évasé par dehors de chaque côté, qui va par conséquent en diminuant de diamètre vers le milieu de l'épaisseur du portant, et dans lequel on passe un crochet *i*, auquel on suspend le bassin, qui porte les poids que l'aimant doit soulever.

L'aimant n'a d'action que sur le fer et l'acier ; si quelques autres substances sont attirables par

l'aimant, on doit être sûr qu'elles contiennent du fer : la platine, par exemple, est attirable à l'aimant, par le fer qui lui est uni; car, lorsqu'il en est bien purgé, il n'est plus attirable. Tout ce qui peut s'attacher à l'aimant, n'est donc pas nécessairement fer ? il suffit que cela en contienne ; ainsi, le portant étant de fer, on peut s'en servir, pour séparer ce métal, des autres auxquels il se trouve mêlé.

Seconde propriété. *Répulsion.* Deux aimans se repoussent, ou s'attirent mutuellement, selon la façon dont on les présente l'un à l'autre ; si on les présente par les poles des mêmes noms, ils se repoussent ; si, au contraire, on les présente par les poles de noms différens, ils s'attirent. Si donc, l'on présente l'un à l'autre les deux poles méridionaux de deux aimans, ou bien leurs deux poles septentrionaux ; ces deux aimans se repousseront mutuellement, s'éloigneront l'un de l'autre, se fuiront, et cela avec d'autant plus de force, qu'ils seront plus près l'un de l'autre ; et d'autant plus foiblement, qu'ils se trouveront à une plus grande distance : ils s'attirent cependant quelquefois, lorsqu'ils se touchent réciproquement, sur-tout si l'un des deux est beaucoup plus fort que l'autre

On prétend que la cause de cette répulsion, est que la matière magnétique, qu'on dit sortie du pole *nord* d'un aimant, ne peut s'introduire dans le pole *nord* d'un autre aimant qu'on lui présente, sans doute à cause de la configura-

tion des poles ; et qu'en conséquence cette matière, en sortant d'un des aimans, et s'appuyant contre l'autre, le repousse ; mais, on ne pourra pas expliquer, par la même cause, la répulsion des deux poles sud, puisqu'on prétend que la matière magnétique ne fait qu'entrer par ces poles, et n'en sort point.

Les phénomènes de l'attraction et de la répulsion réciproques de deux aimans, ou de deux barreaux d'acier aimantés, sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des physiciens, et qui ont fait dire à quelques-uns des anciens, que l'aimant étoit animé. En effet, qu'y a-t-il de plus singulier, que de voir deux aimans se porter l'un vers l'autre, comme par sympathie ; s'approcher avec vîtesse, comme par empressement; s'unir par un côté déterminé, au point de ne se laisser séparer, que par une force quelquefois considérable ; témoigner ensuite, dans une autre situation, une haine réciproque qui les agite tant qu'ils sont en présence ; se fuir avec autant de vîtesse, qu'ils s'étoient recherchés ; et n'être tranquilles, qu'autant qu'ils sont éloignés l'un de l'autre ? Ce sont cependant les circonstances des phénomènes de l'attraction et de la répulsion des aimans (1).

Tous ces effets d'attraction et de répulsion réciproques des aimans, ainsi que l'attraction

(1) Les anciens ont connu l'aimant. Aristote l'appèle la *pierre par excellence*.

de l'aimant et du fer, ne sont arrêtés par l'interposition d'aucun corps solide ou fluide : il n'y a qu'une trop grande distance qui empêche ses effets : quelques physiciens ont cependant prétendu que le fer, interposé entre deux aimans, affoiblissoit leurs forces attractives et répulsives ; nous avons toujours éprouvé précisément le contraire.

Troisième propriété. *Direction.* L'aimant dirige l'un de ses poles vers le nord, et l'autre vers le sud : une aiguille de boussole, libre sur son pivot, et qui a été aimantée, se meut, et tourne l'une de ses extrémités vers le nord ; et l'autre se tourne vers le sud, de la même manière que l'aimant y tourne ses poles.

Cette propriété de direction est sans doute la plus utile, jusqu'à présent, de toutes celles de l'aimant.

Quatrième propriété. *Déclinaison.* Quelque avantage qu'on tire de la direction de l'aimant, par le moyen de la boussole, son usage est encore très-défectueux, à cause de la variation de sa déclinaison : l'aimant, qui a la propriété de diriger l'un de ses poles vers le nord, et l'autre vers le sud, s'écarte souvent de cette direction, et ne tend pas vers le nord ; c'est cet écart, qu'on appèle *déclinaison :* on entend par-là, que le pole de l'aimant s'éloigne du nord, ou ce qui est la même chose, de la ligne méridienne du lieu où l'on est ; il s'en écarte plus ou moins, soit vers l'est, soit vers l'ouest ; cette déclinaison se mesure par l'arc

d'un cercle parallèle à l'horizon, compris entre la méridienne du lieu où l'on observe, et la direction actuelle de l'axe de l'aimant.

Si cette direction étoit constante, elle cesseroit d'être une défectuosité, ou du moins elle en seroit une très-légère, et de laquelle il seroit aisé de tenir compte ; mais, non-seulement elle est différente en différens endroits, elle varie encore continuellement, soit pour les lieux, soit pour les tems; et sa variation ne suit aucune loi connue. Il est cependant vrai, que depuis plus d'un siècle et demi, l'aiguille aimantée décline à Paris tous les ans, du même sens, d'environ 10 minutes : car, en 1610, elle y déclinoit de 8 degrés vers l'est, et en 1787, de 21 degrés, 36 minutes vers l'ouest; en sorte qu'elle a varié de 29 degrés 36 minutes, dans l'intervalle de 177 ans.

Il y a cependant quelques endroits de la terre, où l'aiguille aimantée se dirige directement vers le nord et le midi ; elle décline par-tout ailleurs, soit vers l'orient, soit vers l'occident ; ce qui fait qu'on distingue cette *déclinaison*, en *orientale* et en *occidentale*.

On a aussi observé, depuis quelques années, que la déclinaison de l'aiguille aimantée étoit sujète à une variation diurne, qui la portoit le matin vers l'ouest, et le soir vers l'est. En 1787, sa plus grande variation a été observée à Paris, en septembre, de 19 minutes 10 secondes ; et en décembre de 10 minutes 57 secondes.

Cinquième propriété. *Inclinaison.* L'aimant n'a pas seulement un mouvement horizontal, par lequel son axe fait un angle avec la ligne méridienne ; il en a aussi un vertical, par lequel le même axe fait un angle avec le plan de l'horizon ; de sorte qu'une des extrémités de cet axe s'incline constamment à l'horizon : on peut l'éprouver de même avec une aiguille aimantée.

Cette inclinaison varie beaucoup dans les différentes régions de notre globe ; et cela, sans suivre aucune loi connue, si ce n'est qu'elle va toujours en augmentant, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, et qu'on s'approche de l'un des poles ; de sorte que cette inclinaison est d'autant plus considérable, que l'aiguille est plus proche des poles de la terre, et d'autant moindre qu'elle est plus proche de l'équateur ; en sorte que, sous la ligne, l'aiguille est parfaitement horizontale : cette inclinaison varie aussi dans les différens tems de l'année, et dans les différentes heures du jour.

Les navigateurs sont fâchés que l'aimant soit si riche en propriétés ; ils ne regardent pas plus favorablement son inclinaison, que sa déclinaison : lorsqu'ils vont de l'équateur vers l'un des poles, l'aiguille de leur boussole reçoit quelques degrés de cette déclinaison ; ce qui, l'empêchant de demeurer horizontale, lui ôte une partie de sa mobilité : pour remédier à cet inconvénient, les pilotes ajoutent un peu de poids vers l'extrémité de l'aiguille opposée à celle qui s'incline.

Sixième propriété. *Communication.* Lorsqu'on frotte une lame de fer ou d'acier sur un aimant, sur ses poles ou sur les pieds de son armure, ce fer, ou cet acier, acquiert une vertu magnétique, et devient comme un autre aimant, en ayant toutes les propriétés : enfin il est un aimant lui-même; il a des poles; il attire le fer et l'acier; il repousse un autre aimant ou une aiguille aimantée, qui se présente à un de ses poles par son pole de même nom; il dirige un de ses poles vers le nord, et l'autre vers le sud; il décline vers l'orient ou l'occident, selon le lieu dans lequel il se trouve; il incline un de ses poles à l'horizon; savoir: son pole nord dans l'hémisphère septentrional, et son pole sud dans l'hémisphère méridional: enfin, il est capable de communiquer toutes ses propriétés à un autre fer, ou à un autre acier, de même que le pourroit faire un aimant lui-même.

Au premier contact du fer contre l'aimant, la vertu magnétique se communique; mais un contact, réitéré jusqu'à un certain point, augmente la vertu communiquée : cependant, si l'on frottoit le fer contre l'aimant, en sens contraire de celui dans lequel on l'a frotté d'abord, cela diminueroit, ou même feroit perdre la vertu.

La communication de la vertu magnétique, n'épuise en aucune manière sensible l'aimant dont on emprunte la vertu : quel que soit le nombre des lames de fer ou d'acier, qu'on

aimante avec une même pierre, on ne diminue pas sa force ; on voit même quelquefois des aimans, qui donnent au fer plus de force attractive, qu'ils n'en ont eux-mêmes, sans que pour cela leur force paroisse diminuer : la vertu magnétique, dans les aimans, soit naturels, soit artificiels, peut s'affoiblir par d'autres causes ; par exemple, par succession de tems ; par des secousses violentes ; par la rouille des armures ; par l'action du feu ; par le voisinage d'un autre aimant ; par une position désavantageuse et de longue durée.

Le fer ne s'enrichit pas non plus aux dépens de l'aimant, quelque vertu qu'il acquiert ; car, on a pesé exactement une lame d'acier, polie, et un aimant armé ; et, après avoir tenu note du poids de chacun séparément, on a aimanté la lame ; après l'opération ; on a trouvé le poids de chacun de ces corps exactement le même.

Ce ne sont pas toujours les aimans qui ont le plus de vertu attractive, c'est-à-dire, qui lèvent les plus grands poids, qui communiquent le plus de vertu ; l'expérience a appris que des aimans, qui n'ont que peu de vertu attractive, en communiquent cependant une très-forte au fer ou à l'acier qu'ils touchent : aussi distingue-t-on les aimans en *généreux* et en *vigoureux ;* on appèle généreux, ceux qui communiquent aisément et fortement leur vertu ; et l'on nomme vigoureux, ceux qui portent

un poids considérable, eu égard à leur grosseur.

On a imaginé plusieurs méthodes, moyennant lesquelles on communique au fer, et surtout à l'acier une très-grande vertu magnétique : ces méthodes ont été inventées 1°. par M. *Knigth*, médecin à Londres; 2°. par M. *Canton*, de la societé royale de Londres; 3°. par M. *Mitchell*, membre du collége de la reine, à Cambridge; 4°. par M. *Pierre-le-Maire*, ingénieur pour les instrumens de mathématiques à Paris; 5°. par M. *Duhamel*, de l'académie royale des Sciences, à Paris; 6°. par M. *Antheaume*, syndic des tontines, à Paris. Les méthodes de ce dernier, soit pour aimanter avec des barreaux déja aimantés, soit pour aimanter sans aucun aimant, ni naturel, ni artificiel, sont, de toutes les méthodes imaginées jusqu'à présent, les moins compliquées, et les plus efficaces.

Les aimans artificiels ont bien des avantages sur les aimans naturels; 1°. on en peut faire de supérieurs en force aux meilleurs aimans naturels; 2°. les aimans artificiels sont, non-seulement plus forts que les aimans naturels, mais ils sont encore plus propres à communiquer la vertu magnétique, que ne le sont les aimans naturels, qui ont la même force qu'eux; 3°. les aimans artificiels peuvent être facilement rétablis dans leur première force; 4°. l'on peut donner aux aimans artificiels telle forme que l'on veut; 5°. on peut se procurer

des

des aimans artificiels très-forts, même avec des barreaux ou lames d'un petit volume; et cela, en en réunissant plusieurs ensemble.

Si l'on demande quelle est l'espèce d'acier la plus propre à faire des aimans artificiels, ou des aimans sans aiman, nous croyons que c'est l'acier d'Angleterre; il est le plus propre à recevoir la vertu magnétique.

Nous avons donné le détail d'un grand nombre de phénomènes magnétiques, et sur-tout de ceux qui sont les plus connus et les plus constans : il seroit bien satisfaisant de pouvoir aussi en développer les causes; mais nous sommes bien éloignés de le pouvoir faire; c'est une des matières les plus obscures de la physique.

Il paroît que chaque aimant, soit naturel, soit artificiel, est entouré d'un fluide très-subtil et très-invisible, qui lui forme une espèce d'atmosphère : tous les physiciens conviennent de l'existence de ce fluide; et si l'on en doutoit, il suffiroit, pour s'en convaincre, de faire attention à ce qui se passe autour d'un aimant, soit naturel, soit artificiel, placé sur un carton lisse ou sur une glace de miroir, et que l'on saupoudre de limaille de fer. On voit aussitôt la limaille prendre un arrangement tel, que ses particules forment des lignes perpendiculaires sur les endroits de l'aimant où se trouvent ses poles, et par-tout ailleurs des lignes courbes, qui sont comme autant de circonférences qui s'enveloppent les unes les autres,

et dont les plus grandes vont, en se courbant davantage, aboutir vers les deux poles, comme on peut le voir par la fig. 2, n°. 12 de l'Atlas: cet arrangement sera constamment le même, quoiqu'on recommence plusieurs fois l'expérience; il faut qu'il y ait là nécessairement un fluide qui, par son mouvement, fasse prendre à la limaille un pareil arrangement; car elle ne peut pas le prendre d'elle-même, et sans une cause qui l'y détermine.

C'est ce fluide, qu'on nomme *matière magnétique*, et qui sans doute est la cause prochaine des phénomènes de l'aimant: mais de quelle nature est cette matière ? d'où vient-elle ? comment agit-elle ? pourquoi son action n'a-t-elle prise que sur le fer et l'aimant ? Voilà ce qu'on ignore.

Descartes, et après lui, presque tous ceux qui ont travaillé sur cette matière, ont pensé que le globe terrestre est un grand aimant; que, d'un pole de la terre à l'autre, il se fait une circulation continuelle de la matière magnétique; parce que cette matière, ne trouvant nulle part un accès aussi libre que vers les poles, après être sortie par l'un, va rentrer par l'autre.

Par ce mouvement de la matière magnétique, on prétend expliquer la direction de l'aimant et du fer, ou de l'acier aimanté; et cela, dit-on, parce que ces deux substances sont apparemment les seules disposées à recevoir intérieurement cette matière; et qu'en consé-

quence elle les dirige selon son courant, partout où elle les rencontre : mais pourquoi ne dirige-t-elle pas de même les autres corps, qu'elle pénètre avec une plus grande facilité, puisqu'elle agit au travers : de plus elle n'a pas besoin de pénétrer un corps, pour le diriger selon son courant; le vent ne pénètre point la girouette, et cependant il la dirige.

Par ce même mouvement de la matière magnétique, on prétend encore expliquer l'attraction : on dit que cette matière, se présentant pour entrer dans le pole d'un aimant, pousse contre lui le fer, qui se trouve plongé dans son tourbillon, et l'y attache; et que, par-là, le fer paroît en être attiré : mais, comme on prétend en même tems, que la matière magnétique entre par un pole, et sort par l'autre ; qu'elle entre par le pole *sud*, et sort par le pole *nord* : si cela étoit, l'aimant ne devroit paroître attirer le fer, que par son pole *sud ;* et il devroit au contraire le repousser par son pole *nord ;* ce qui n'arrive pas.

On n'expliquera pas mieux, par-là, la répulsion; car, si cette matière entre, comme on le prétend, par le pole sud, et qu'elle sorte par le pole nord, deux aimans ne devroient se repousser, que lorsqu'ils se présentent l'un à l'autre par leur pole nord, et point du tout, lorsqu'ils se présentent par leur pole sud : or, ils se repoussent toujours, lorsqu'ils se présentent par les poles de même nom.

Pour rendre raison de la déclinaison et de

la variation, M. *Halley* a supposé que la terre n'est qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant, et qu'il y a quatre poles magnétiques dans l'intérieur de la terre, savoir : deux poles fixes, et deux mobiles : mais, cette supposition ne satisfait pas à tout ; car la déclinaison varie, soit pour les tems, soit pour les lieux. MM. de *Lahire*, père et fils, au moyen d'une expérience qu'ils ont faite, ont eu une idée singulière, et qui peut, en quelque façon, donner une raison assez plausible de cette variation de déclinaison de l'aimant : ils possédoient une grosse pierre d'aimant, pesant près de 100 livres ; ils l'ont arrondie de leur mieux, et ont rempli leurs inégalités avec une espèce de ciment fait de plâtre : cette pierre, dans cet état, avoit près d'un pied de diamètre ; ils ont cherché ses poles qui se sont trouvés dans deux points diamétralement opposés ; ils y ont tracé un équateur qui a été divisé de 30 en 30 degrés, pour y faire passer des méridiens, afin d'y observer avec plus d'exactitude les différentes déclinaisons d'une aiguille aimantée qu'ils plaçoient dessus : on pouvoit donc regarder cette pierre comme représentant la terre ; ils ont observé l'aimant, se bornant à produire un simple mouvement de translation du fluide, dans l'intérieur même du fer.

Il suit de-là que le fer, lorsqu'il est devenu aimant, a toujours un de ses poles plus chargé de fluide magnétique, ou dans l'*état positif ;*

et l'autre moins chargé de ce fluide, ou dans l'état *négatif*.

M. *Œpinus* avoue qu'on n'a pu découvrir encore lequel des deux poles d'un aimant est dans l'état positif, et lequel a un magnétisme négatif : comment peut-il donc assurer qu'il y en a un positif, et l'autre négatif, puisqu'il n'y a aucun caractère qui le désigne ? c'est une supposition sans fondement. Comment M. *Œpinus* peut-il faire concevoir que l'excès de fluide magnétique qu'il suppose contenue dans une partie de l'aimant, refoulera le fluide magnétique contenu dans le barreau ? tandis qu'il assure que ce fluide ne peut sortir de l'un ni entrer dans l'autre, et que de plus il adopte, comme un axiôme indubitable, cette proposition : *un corps ne peut agir où il n'est pas ;* d'autant plus qu'il ne prouve en aucune façon que le fluide magnétique soit, dans les corps aimantés, en excès d'une part, et en défaut de l'autre. Il ne fait que le supposer, mais sans aucun fondement : si cela étoit reconnu vrai, comme le sont ceux qu'on attribue à l'attraction, on pourroit dire que ce fait, qui seroit certainement produit par une cause, mais qu'on ignore, seroit simplement désigné par ce mot *répulsion*, quelle que fût la cause qui le produiroit ; mais rien n'indique l'existence de ce fait ; il paroît même opposé au principe établi par M. Œpinus ; savoir que *les molécules du fluide magnétique ont la propriété de se repousser mutuellement*. Par quelle raison

se resserreroient-elles donc dans un plus petit espace? De plus, M. Œpinus prétend que le fer n'est jamais attiré par l'aimant, que lorsqu'il est passé lui-même à l'etat d'aimant, par le refoulement d'une portion de son fluide magnétique, vers une de ses extrémités, occasionné par la proximité d'un aimant; il faut donc que cet effet soit bien prompt; car, dans l'instant que le fer est présenté à l'aimant, il en est attiré; cette promptitude est très-opposée à la grande difficulté que M. Œpinus prétend que le fluide magnétique éprouve à se faire mouvoir dans le fer : cette difficulté est donc une supposition tout-à-fait gratuite. M. Œpinus applique ensuite ses principes à l'explication de divers phénomènes magnétiques; ses explications paroîtront d'abord assez concluantes à ceux qui auront adopté ses principes, excepté dans quelques cas où les phénomènes paroissent opposés à sa théorie : M. Œpinus cherche encore à rendre raison de la direction, de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille aimantée : on voit que cela est assez difficile, en ne faisant usage que des principes de M. Œpinus; aussi, adopte-t-il l'opinion des anciens physiciens, qui est, qu'il est très-probable que le globe terrestre renferme un gros aimant de figure globuleuse, dont il fait usage, à-peu-près comme l'ont fait les physiciens dont nous venons de parler, pour rendre compte de ces trois singulières propriétés de l'aimant : nous avons extrêmement abrégé le compte

que nous venons de rendre de son système ; ceux qui voudront le connoître plus à fond, doivent lire *l'exposition de la théorie du magnétisme, de M. Œpinus*, par *Haüy*, l'un de nos meilleurs physiciens.

La théorie de M. Œpinus est assurément très-ingénieuse ; il est fâcheux qu'elle soit fondée sur des principes qui sont eux-mêmes sans fondemens ; puisqu'ils résultent de suppositions purement gratuites, et qui sont quelquefois démenties par l'expérience. Il faut donc avouer que nous n'avons rien de satisfaisant sur les causes du magnétisme : c'est pourquoi nous avons si peu détaillé cette théorie.

Au défaut de la connoissance des causes qui produisent les propriétés de l'aimant, ce seroit beaucoup pour nous que de pouvoir au moins trouver l'analogie et la liaison des différentes propriétés de cette pierre ; de savoir comment sa direction est liée à son attraction et à sa répulsion ; et quels rapports ont sa déclinaison et son inclinaison à ses autres propriétés ? mais, quoique ces propriétés soient vraisemblablement liées par une seule et même cause, elles paroissent avoir si peu de rapport entre elles, que jusqu'à présent on n'a pu en découvrir l'analogie : ce qu'il y a de mieux à faire, selon nous, c'est de recueillir les faits, et de laisser les systêmes à faire à notre postérité, qui peut-être les laissera aussi à faire à la sienne.

Il n'est pas inutile d'observer que la plupart de ces loteries frauduleuses, interdites

par la police, sont composées d'aimans cachés qui attirent la baguette de fer que le joueur fait tourner, et la font reposer aux cases non gagnantes.

CHAPITRE XIII.

De l'Électricité.

On appèle *électricité*, l'action d'un corps que l'on a mis en état d'attirer à lui, et de repousser des corps légers qu'on lui présente à une certaine distance; de faire, sur la peau d'un être animé, une impression légèrement sensible au toucher, et assez semblable à celle d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante dans l'air; de faire sentir, vis-à-vis de ses parties anguleuses, un petit vent frais; de répandre une odeur comparable à celle du phosphore d'urine; de lancer des aigrettes d'une matière lumineuse; de produire des étincelles brillantes; de faire sentir des piquures assez vives aux corps animés qu'on en approche; de leur causer des commotions violentes; d'enflammer des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, et quelquefois même d'autres corps moins inflammables; enfin, de communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain tems

L'analogie qui se trouve entre les effets du

tonnerre et ceux de l'électricité, et qui a été si bien prouvée, comme nous le ferons voir ci-après, nous autorise à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité qui s'excite naturellement, et qui règne, du moins en certain tems, dans une partie de l'atmosphère terrestre : nous disons, du moins en certain tems ; car, nous sommes très-portés à croire qu'elle y règne continuellement, mais le plus souvent d'une manière trop foible pour pouvoir devenir sensible pour nous, à moins qu'elle ne soit plus fortement excitée par quelques circonstances favorables.

Nous pouvons donc distinguer deux sortes d'électricité, différentes seulement par leur origine ou leur manière de naître, et par la grandeur de leurs effets ; savoir : *l'électricité naturelle*, qui est celle qui s'excite d'elle-même dans l'atmosphère ; et l'*électricité artificielle*, qui est celle que nous excitons par le frottement ou par quelques autres moyens dont nous parlerons bientôt : nous allons nous occuper d'abord de l'électricité artificielle.

On peut dire que l'électricité est une science nouvelle ; car, ce que les anciens ont connu de cette singulière propriété des corps, se réduit à si peu de choses, que nous pouvons regarder les découvertes de ce genre, comme celles de notre siècle. On connoissoit anciennement la propriété qu'a l'ambre ou succin, frotté, d'attirer et de repousser de petites pailles et autres corps légers ; aussi est-ce de

l'ambre, ou plutôt de son nom latin *electrum*, que cette science a emprunté le nom d'*électricité*; les anciens avoient aussi observé dans le soufre, le jayet, la cire d'Espagne, et quelques autres substances résineuses, la même propriété que dans l'ambre : tout le reste leur étoit inconnu.

Nous avons à examiner quelle est la nature électrique; quels sont les moyens de la faire naître; et quels sont les signes par lesquels elle se manifeste.

De la nature de la vertu électrique.

La vertu électrique paroît être l'effet d'une matière en mouvement, soit au-dedans, soit autour du corps électrisé. Car, si l'on présente la main ou le visage devant un tube de verre, frotté dans un lieu sec, ou devant un conducteur isolé qu'on électrise, on s'apperçoit d'émanations sensibles au toucher; s'il y a quelques parties anguleuses, on y sent un petit vent frais, et en même tems une odeur de phosphore; si l'on s'approche davantage, on éprouve une piquure sensible, et l'on entend un petit bruit : dans l'obscurité, on apperçoit des étincelles d'une lumière vive; on voit enfin, et sur-tout aux parties anguleuses, de belles aigrettes lumineuses, composées de rayons qui divergent entre eux. Il n'y a certainement que la matière en mouvement, capable de faire sur nous de certaines impressions : on

doit donc conclure que tout corps électrisé a, autour de lui, une matière en mouvement, qui est sans doute la cause immédiate de tous les phénomènes électriques, et qu'on appèle *matière* ou *fluide électrique*.

Mais quelle est cette matière ? ce n'est certainement pas celle du corps électrisé; car, il ne souffre aucun déchet sensible, quelque long-tems qu'on l'électrise, à moins qu'il ne contienne quelques substances évaporables : ce n'est pas non plus l'air de l'atmosphère; car, 1°. les phénomènes électriques ont lieu dans le vide d'air; 2°. la matière électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air : elle pénètre certains corps absolument imperméables à l'air; elle a de l'odeur; elle s'enflamme; elle est capable d'enflammer d'autres corps, de faire fondre des métaux; effets que l'air ne peut produire; 3°. elle transmet ses mouvemens avec une rapidité plus grande que celle même du son, qui est le mouvement de l'air le plus rapide que nous connoissions.

Il est très-probable, et presque tous les physiciens en conviennent, que *la matière électrique est la même que celle de la chaleur et de la lumière*, la même que celle qui sert à embrâser les corps, que celle par le moyen de laquelle nous voyons les objets. Presque tous les physiciens conviennent que ces deux effets sont produits par la même matière; une des plus fortes raisons qui les portent à le croire, c'est que le feu éclaire presque toujours, et

qu'il y a bien des cas où la lumière brûle : or, il est très-vraisemblable que la nature, qui est si économe dans la production des êtres, tandis qu'elle multiplie si libéralement leurs propriétés, n'a pas établi deux causes pour deux effets, auxquels il paroît qu'une des deux peut suffire : on peut faire l'application de ce raisonnement à la matière électrique ; car, cette matière embrâse les liqueurs les plus spiritueuses et les vapeurs inflammables, et elle fond les métaux ; fonctions qui appartiennent à la matière de la chaleur : elle se montre sous la forme d'aigrettes lumineuses et d'étincelles brillantes ; en un mot, elle luit et éclaire ; fonctions qui appartiennent à la lumière. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes ; nous pouvons donc conclure, avec assez de vraisemblance, que ce fluide, reconnu par les physiciens sous le nom de *matière de la chaleur*, et auquel ils attribuent la propriété de produire la lumière, est aussi celui que la nature emploie pour tous les phénomènes électriques.

Si, de plus, nous faisons attention aux autres propriétés de la matière électrique, et qui lui sont communes avec la matière de la chaleur et celle de la lumière, nous y trouverons tant d'analogie, que nous nous convaincrons de plus en plus que le feu, la lumière et l'électricité dépendent du même principe, et ne sont que trois différentes modifications du même être.

1°. La matière électrique, comme celle de la chaleur et de la lumière, est généralement répandue par-tout; elle est au dedans, comme au-dehors des corps, et dans l'air même de notre atmosphère; elle les pénètre tous intimement, et les environne de toutes parts; car, aucun corps ne peut devenir électrique sans le secours de cette matière : or, il n'est aucun tems, aucun lieu où l'on ne puisse électriser des corps de différentes espèces : la matière électrique est donc aussi généralement répandue que celle de la chaleur et de la lumière.

2°. De même que la présence de la matière de la chaleur ne suffit pas pour què les corps, même les plus inflammables, puissent s'embrâser, de même aussi la présence de la matière electrique ne suffit pas, pour que les corps soient actuellement électrisés; il faut nécessairement, pour que les corps s'embrâsent, que quelque cause particulière excite le principe de leur embrâsement : il faut aussi, pour que les corps deviennent électriques, que quelqu'action particulière excite l'action du fluide, qui produit les phénomènes de l'électricité : or, de tous les moyens propres à animer le principe de la chaleur, il n'en est point de plus efficace, que celui qui fait naître primitivement l'électricité; le même moyen qui fait devenir les corps électriques, les rend chauds. Le frottement produit l'un et l'autre effet : quelques corps peuvent, à la vérité, être électrisés par communication, de même qu'un

corps peut être embrâsé par un autre qui l'est déja; mais, ordinairement, celui qui a eu originairement la vertu électrique, a été frotté, de même que l'a été celui qui a été le premier embrâsé.

3°. L'action du feu s'étend davantage, et avec plus de facilité dans les métaux et dans les corps humides, que dans toute autre espèce de corps; car, si l'on tient par un bout une verge de métal, médiocrement longue, et que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur se communique bientôt jusqu'à la main, au point qu'on est en danger de se brûler; on ne court pas le même risque avec un bâton, un tube de verre, une lame de pierre, ou toute autre matière non métallique; le bâton brûle par un bout, sans être chaud par l'autre, à moins qu'il ne soit verd, ou qu'il ne contienne beaucoup d'humidité; le tube de verre se fond par une extrémité, tandis que l'autre est encore froide, etc. La vertu électrique, comme la chaleur, s'étend très-loin, et beaucoup plus facilement dans les métaux et les corps humides, que dans plusieurs autres espèces de corps: en un mot, les métaux et l'eau sont excellens conducteurs de l'électricité, de même qu'ils sont excellens conducteurs de la chaleur.

4°. La matière de la lumière se meut, pour l'ordinaire, plus librement dans un corps dense que dans un milieu plus rare; elle se meut, par exemple, plus librement dans l'eau que dans l'air, et plus librement encore dans le

verre que dans l'eau ; c'est au moins une conséquence qu'on a cru devoir tirer des lois qu'on lui voit suivre dans sa réfraction. La matière électrique se meut aussi le plus long-tems, et le plus loin qu'il est possible, dans un corps qu'on électrise, tel qu'une barre de fer ; et lorsqu'elle est contrainte de passer dans l'air, son action ne se transmet qu'à une très-petite distance, à moins que cet air ne soit fort chargé d'humidité, auquel cas l'eau devient le véhicule par lequel elle se transmet ; au lieu qu'on la pourroit porter à une distance si considérable, qu'on n'en connoît pas les bornes, en lui présentant une suite de corps isolés, pourvu qu'ils fussent de la nature de ceux qui s'électrisent aisément par communication : ce qui prouve bien que l'air, quoiqu'il soit un fluide très-rare, est, pour la matière électrique, de même que pour celle de la lumière, un milieu beaucoup moins perméable que ne le sont plusieurs autres corps qui ont beaucoup plus de densité.

5°. L'action de la lumière se transmet en un instant très-court à de grandes distances, soit qu'elle vienne directement de sa source, soit qu'on la réfléchisse ou qu'on la réfracte ; de même l'action de l'électricité parcourt, en un clin-d'œil, un espace très-considérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à la transmettre. En voici une preuve ; on a électrisé, avec un tube nouvellement frotté, une corde convenablement isolée, qui avoit

1256 pieds de longueur ; et cette corde est devenue, en un instant, électrique dans toute sa longueur. Mais l'expérience la plus propre à prouver ce que nous avançons, est celle qu'on a nommée *expérience de Leyde :* on sait que tous ceux qui participent à cette expérience, ressentent en même tems la commotion qui en est l'effet ordinaire : M. l'abbé *Nollet* l'a faite avec 200 hommes qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de 150 pas de longueur, et a eu un succès complet : il est plus que probable qu'on réussiroit de même avec 2000 hommes, et même davantage.

6°. L'électricité, de même que le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec et fort dense ; au contraire, pendant les grandes chaleurs, et par un tems humide, il est rare que les phénomènes électriques deviennent très-sensibles : de même, les matières les plus combustibles, si elles sont imprégnées d'humidité, ne brûlent que difficilement : il est vrai que l'humidité, qui est si nuisible à l'électricité qu'on veut exciter par frottement, bien-loin de nuire à celle des corps auxquels on donne cette vertu par communication, ne fait que les en rendre plus susceptibles ; une corde mouillée, par exemple, transmet cette vertu bien plus loin et avec plus d'énergie que ne feroit la même corde sèche : au contraire, un tube, ou un plateau de verre, ne donne presqu'aucun signe d'électricité,

d'électricité, si on le frotte avec un corps ou dans un air qui ne soit pas bien sec ; mais, c'est encore une analogie qui se trouve entre le feu et l'électricité ; car, l'embrâsement, de même que l'électricité, ne naît point dans des matières fort humides ; mais, s'il est excité d'ailleurs, la chaleur, qui en est l'effet, s'y communique avec la plus grande facilité.

De toutes ces analogies, nous pouvons conclure, avec la plus grande vraisemblance, que la matière électrique, celle qui est la cause immédiate de tous les phénomènes de l'électricité, est la même que celle de la chaleur et de la lumière ; une matière qui brûle, qui éclaire, et qui a tant de propriétés communes avec celle qui embrâse les corps, et qui nous fait voir les objets, paroît ne devoir être autre chose que la matière de la chaleur, autre chose que la lumière.

Il faut cependant avouer que la matière électrique n'est pas, purement et simplement, la matière de la chaleur et de la lumière, entièrement dépouillée de toute substance étrangère ; car, elle a une odeur qui ne convient ni à l'une ni à l'autre : il est très-probable que cette matière, la même au fond que celle de la chaleur et de la lumière, est unie à certaines parties, soit du corps électrisé, soit du corps électrisant, soit du milieu par lequel elle a passé.

Nous devons avouer aussi qu'il y a des dif-

férences marquées entre la matière électrique et celle de la chaleur et de la lumière.

1°. La matière de la chaleur, toutes les fois qu'elle pénètre les corps, les échauffe et en augmente le volume ; la matière électrique ne produit point ces effets.

2°. La matière de la lumière pénètre le verre avec une grande facilité ; la matière électrique ne le pénètre que très-difficilement ; n'est-ce point encore cette combinaison, de la matière électrique avec une substance étrangère, qui rend très-difficile sa pénétration dans le verre, à moins que ce dernier ne soit échauffé ou frotté ? ce qui ne manque pas de le raréfier ; auquel cas, ses pores plus ouverts donnent à la matière électrique un passage plus libre ; le frottement, qui électrise les corps, peut bien les échauffer, et par conséquent les raréfier ; mais cet effet n'est jamais produit par l'action seule de la matière électrique.

Des moyens de faire naître la vertu électrique.

Il y a deux moyens en usage de faire naître la vertu électrique dans les corps ; on les rend électriques, 1°. en les frottant, soit avec la main nue, soit avec quelque substance animale ou métallique ; 2°. en les approchant fort près, ou en les faisant toucher légèrement un corps qui soit récemment électrisé : on ne connoît guère de corps qui ne puisse s'électriser, au moins de l'une de ces deux façons ; il y en a même plusieurs qui peuvent

s'électriser des deux. Le premier moyen d'électriser les corps, s'appèle *électrisation par frottement ;* le second se nomme *électrisation par communication :* en général, les corps qui s'électrisent le mieux par frottement, s'électrisent le moins par communication, si cependant on en excepte le verre, dans certaines circonstances ; au contraire, les corps, qui s'électrisent le mieux par communication, s'électrisent le moins par frottement. Les corps qui s'électrisent le mieux par le frottement, sont : toutes les matières vitrifiées, la cire d'Espagne, le soufre, les résines, la soie, les gommes, les poils des animaux, l'air lui-même, etc. ; on nomme ces corps *idio-électriques.*

Les corps qui s'électrisent le mieux par communication, et qu'on appèle an-électriques, sont les substances métalliques, c'est-à-dire, les métaux parfaits ou imparfaits, et l'eau : c'est pourquoi toutes les matières humides, de quelque nature qu'elles soient, s'électrisent très-bien de cette façon.

Quant aux liqueurs inflammables, tels que les esprits ardens et les huiles, elles ne s'électrisent point du tout par communication ; elles seroient de nature à s'électriser par frottement ; mais, n'ayant point assez de consistance pour être frottées, on ne peut parvenir à les électriser.

Pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler, c'est-à-dire, de les soutenir sur des supports qui soient

de nature à ne partager que très-peu ou même point leur électricité, et qui ne puissent pas la transmettre aux autres corps qui sont dans le voisinage : les corps qui y sont propres, sont ceux qui s'électrisent le mieux par frottement. La substance la plus en usage pour isoler, est le verre ; cependant il s'électrise un peu par communication.

Des principaux instrumens qui servent à produire les phénomènes électriques (1).

Avant d'entrer dans le détail des phénomènes électriques, il est à propos de faire connoître les principaux instrumens qui servent à les produire : ces instrumens sont, 1°. des tubes de verre, ou des bâtons de cire d'Espagne ; 2°. des machines de rotation, propres à faire tourner des globes, ou des cylindres, ou des plateaux de verre, de soufre ou de cire d'Espagne ; 3°. des conducteurs de métal ou de substances chargées d'humidité ; 4°. des bouteilles électriques, appelées *bouteilles de Leyde ;* des batteries électriques.

La première machine électrique dont on ait fait usage, étoit un tube de verre, qui, étant électrisé par frottement, étoit par-là mis

(1) Pour les figures relatives à l'électricité, voyez les n°s. 12 et 13 de l'Atlas.

en état de communiquer l'électricité à d'autres corps. On peut avoir aussi l'équivalent du tube électrique, avec le soufre et la cire d'Espagne, en en formant des bâtons.

Ces tubes étoient de bien petits instrumens, et ne produisoient qu'une très-foible électricité; on imagina donc, afin de pouvoir produire un frottement plus vif, et sur une plus grande surface, de faire tourner des globes entre deux pointes, par le moyen d'une machine de rotation (fig. 3, n°. 12 de l'Atlas): pour que cette machine soit assez grande et assez forte pour servir à toutes sortes d'expériences d'électricité, il est bon que la roue R O ait au moins quatre pieds de diamètre; qu'elle soit portée sur un bâti *h i c* D, etc., bien solide et assez pesant, et qu'il y ait deux manivelles M *m*, afin qu'en employant deux hommes à la-fois pour tourner, en certains cas, on puisse forcer les frottemens du globe, pour augmenter les effets: le globe S doit être porté sur des pointes entre deux poupées N, qui, si elles tiennent au bâti de la roue, doivent être portées de façon qu'elles puissent s'en approcher ou s'en écarter toutes deux ensemble, afin qu'on puisse commodément tendre la corde lorsqu'elle change la longueur; il faut aussi qu'il y ait une de ces poupées mobile, de façon à pouvoir s'avancer vers l'autre, ou s'en écarter, afin de pouvoir placer entre elles des globes de différens diamètres; la corde de la roue R O doit communiquer im-

médiatement, et sans renvoi, avec la poulie P du globe S : 1°. parce que les renvois, tels qu'ils puissent être, augmentent la résistance ; 2°. parce que les poulies de renvoi font toujours beaucoup de bruit, et qu'il y a des expériences où le bruit seroit nuisible ; si l'on étoit curieux de faire une pareille machine, la figure en montre assez en détail toutes les pièces dont on connoîtra aisément les dimensions par le moyen de l'échelle qui est au-dessous.

Quand on veut faire usage de cette machine, il faut faire tourner le globe S selon l'ordre des chiffres 1, 2, 3, et frotter son équateur avec les deux mains nues et bien sèches, ou avec un coussin de cuir rembourré de crin, qu'il est aisé d'y appliquer ; on fait répondre, au-dessus du globe S, une barre de fer A B (fig. 4, n°. 12 de l'Atlas) isolée avec des cordons de soie, S *s*, ou quelqu'autre substance qui y soit propre ; cette barre est ce qu'on appèle un *conducteur ;* parce que les métaux, s'électrisant très-aisément, par communication, sont en effet très-bons conducteurs d'électricité.

Les Anglais ont imaginé, depuis quelques années, une machine électrique (fig. 5, n°. 13 de l'Atlas) dans laquelle on a substitué au globe un plateau circulaire de glace, qui en fait les fonctions ; ce plateau P *p*, qui est percé à son centre d'un trou rond, est monté sur un axe *a a* de cuivre, ou de bois dur, auquel

est appliquée une manivelle *a b*, par le moyen de laquelle on fait tourner le plateau : l'axe *a a* est soutenu sur deux montans verticaux de bois M *m*, M *n*, auxquels sont fixés quatre coussins *i*, *i*, etc. de cuir, rembourrés de crin, qui servent à frotter le plateau qui est placé entr'eux.

Devant le plateau, est placé horizontalement un conducteur de cuivre E C D, portant à l'une et à l'autre de ses extrémités une boule E, D, de même métal, et terminé, vers le plateau, par deux branches courbes A, B, qui sont elle-mêmes terminées chacune par une petite boule *d*, *f*, qui porte une pointe fine *g*, *h*, de métal qui se présente au plateau, et par lesquelles la vertu électrique se communique au conducteur : ce conducteur est porté sur deux colonnes de verre *f*, *g*, qui servent à l'isoler.

Les deux branches courbes A, B, du conducteur, sont ordinairement terminées chacune par un godet assez large, dans lequel on place plusieurs pointes.

Comme, dans cette machine, on peut employer un très-grand plateau de glace, et qu'on peut ainsi avoir une grande étendue de surface frottée tout à-la-fois, on peut espérer de ces sortes de machines des effets beaucoup plus grands, que ceux que peuvent produire les machines à globe.

On appèle *conducteurs*, les corps qui sont électrisables par communication, parce que

ces sortes de corps sont propres à conduire au loin la vertu électrique qu'on leur communique.

On ne sait pas encore jusqu'où peut aller la longueur qu'on peut donner aux conducteurs ; la distance à laquelle l'électricité peut s'étendre, par leur moyen, n'est pas déterminée, non plus que le tems qu'elle emploie à se propager ; on peut dire seulement en général, que cette distance est très-grande.

Il s'agit maintenant de savoir, si, pour forcer les effets de l'électricité, il est plus avantageux d'augmenter la masse du conducteur, ou d'en augmenter la surface ; il paroît certain, par toutes les expériences qu'on a faites, que l'augmentation de la masse du conducteur, toutes choses d'ailleurs égales, augmente la grandeur des effets ; mais que cette augmentation dans les effets ne suit pas, à beaucoup près, celle de la masse ; il est certain aussi, que l'augmentation des surfaces des conducteurs contribue beaucoup à augmenter la grandeur des effets. On peut assurer, qu'à surfaces égales, plus le conducteur aura de masse et de longueur, plus les effets seront grands.

On appèle *bouteille de Leyde*, une bouteille de verre D F (fig. 4, n°. 12 de l'Atlas, ou D F aussi fig. 4) en partie remplie, ou garnie de quelques corps an-électriques, tels que de l'eau, ou quelque substance métallique, et dont la surface extérieure est, en partie,

garnie d'une feuille de métal, ou dont on tient à la main la surface extérieure *g*, ou *f* pendant qu'on en fait usage, ou du moins dont on fait communiquer immédiatement la surface extérieure avec quelque corps an-électrique : dans cette bouteille, on plonge une verge de métal B ou *b*, qui sert à faire communiquer sa surface intérieure, avec le corps duquel elle reçoit la vertu électrique : cette bouteille est le principal instrument de l'expérience, nommée par Nollet, *Expérience de Leyde.*

On appèle *batterie électrique* (fig. 6 n°. 13 de l'Atlas) un nombre plus ou moins grand de vases de verre, garnis en dedans et en dehors, de lames d'étain (excepté leur partie supérieure, qui demeure sans garniture), et tous contenus dans une boîte de bois, aussi doublée de lames d'étain ; A, A, A, A, A, A, sont six grands vases de verre, garnis intérieurement de lames d'étain, jusqu'en B, B, etc. et placés dans la boîte C D E, doublée aussi de lames d'étain : les capacités intérieures de ces six vases communiquent, par les verges du métal G H, I K, L M, N O, P Q, S T, toutes engagées dans la boule P, et isolées sur une colonne de verre R ; ces verges de métal peuvent être mises en communication avec le principal conducteur d'une machine électrique, par le moyen de la verge de métal V X : sur un des petits côtés C D de la boîte C D E, est adaptée une pièce de cuivre

en forme d'équerre Y Z, dont la partie Y communique immédiatement avec la doublure d'étain de la boîte C D E; et la partie Z sert de support aux substances que l'on veut soumettre à l'expérience.

Cet appareil, ainsi construit, s'électrise à la manière de la bouteille de Leyde, et produit un effet d'autant plus grand, que les vases sont eux-mêmes plus grands, ou qu'il y en a un plus grand nombre.

Des Phénomènes électriques.

Après avoir donné la définition de l'électricité, nous avons examiné quelle est la nature de la vertu électrique; quels sont les moyens de la faire naître; quels sont les signes par lesquels elle se manifeste; et quels sont les principaux instrumens qui servent à produire les phénomènes électriques: il s'agit maintenant de voir quels sont ces phénomènes; après quoi, nous rendrons compte des tentatives qu'on a faites, et des théories qu'on a imaginées pour en rendre raison.

On peut diviser en deux classes, tous les phénomènes électriques; dans la première, nous renfermerons tous ces mouvemens, tant alternatifs que simultanés, auxquels on a donné les noms d'attraction et de répulsion, et généralement tout ce qui s'opère par une cause qui demeure invisible; nous comprendrons dans la seconde, tous les faits qui sont accom-

pagnés de lumière, de pétillemens, d'inflammations, de commotions, etc. Quoique quelques-uns de ces faits ne paroissent, au premier coup-d'œil, avoir aucune analogie avec les autres, on verra par la suite qu'ils se rapprochent, et ne sont le plus souvent que des extensions les unes des autres, ou les suites nécessaises d'une cause commune, mais variée par quelques circonstances.

La différence dans la grandeur des phénomènes, a donné lieu à ces distinctions d'électricité, en *vitrée* et *résineuse ;* en *plus* et en *moins ;* en *positive* et en *négative :* en effet, ces différences existent, et la distinction est fondée ; mais il faudra examiner en quoi consistent ces différences.

On dit qu'un corps est électrisé *positivement* ou en *plus*, lorsqu'il fait appercevoir l'aigrette ; et qu'il est électrisé *négativement* ou en *moins*, lorsqu'il ne fait voir que le point lumineux ; et l'on prétend que l'électricité *positive* ou en *plus*, consiste en ce que le corps, ainsi électrisé, contient alors une plus grande quantité de fluide électrique, qu'il n'en contient dans son état naturel ; et que l'électricité *négative* ou en *moins*, consiste en ce que ce corps contient une moindre quantité de fluide électrique, que dans son état naturel ; et comme ce fluide tend toujours, ainsi que le font tous les autres, à se mettre en équilibre avec lui-même, en se répandant uniformément par-tout, on en conclut, mais on ne

prouve pas, qu'un corps, électrisé positivement, lance continuellement le fluide électrique qu'il a de trop, sans en recevoir de nouveau; et qu'au contraire, un corps électrisé négativement, reçoit de tous les corps qui l'avoisinent, la portion de fluide électrique qui lui manque, sans en fournir à aucun.

Un corps, repoussé par un corps électrisé, ne manque pas d'être attiré de nouveau par ce corps, sitôt qu'il a touché quelque corps an-électrique.

Les actions électriques sont plus vives, lorsque les corps légers, présentés au corps électrisé, sont soutenus sur des supports de substances an-électriques.

L'électrisation accélère l'évaporation des liqueurs, ainsi que la transpiration des animaux.

Il y a long-tems qu'on a remarqué, pour la première fois, la cohésion électrique; mais personne n'a mieux fait voir, que ne l'a fait M. *Robert Symmer*, combien grande pouvoit être cette cohésion : en parlant de la vertu électrique qu'acquièrent deux bas de soie, par exemple, un noir et un blanc, qu'on a tenus, pendant quelques tems, sur la jambe, qu'on a ensuite frottés avec la main, et tirés tous deux à-la-fois, il fait voir, par des expériences très-bien faites, que ces deux bas adhèrent l'un à l'autre, avec une force telle, qu'on ne peut les séparer, sans un effort assez considérable.

Lorsqu'un conducteur est terminé par une pointe fine, il ne donne que de très-foibles signes d'électricité; il acquiert, et conserve plus difficilement la vertu électrique, que s'il étoit arrondi, ou coupé carrément par l'extrémité: pareillement, si à un conducteur fortement électrisé, on présente, même d'assez loin, une pointe très-fine d'une substance anélectrique, aussitôt les signes d'électricité, que donne ce conducteur, sont considérablement diminués, quoiqu'ils ne soient pas totalement éteints; cette diminution est d'autant plus considérable, et a lieu d'une distance d'autant plus grande, que la pointe est plus déliée; si l'on retire la pointe, sur-le-champ les signes d'électricité reparoissent; si on la présente de nouveau, ils disparoissent dans l'instant: c'est-là ce qu'on appèle le *pouvoir des pointes*. C'est M. Franklin, qui a le premier remarqué ce pouvoir des pointes, qui est très-réel; nous verrons ci-après, comment il en rend raison: ces pointes, paroissant avoir la propriété de soutirer, en quelque façon, l'électricité d'un conducteur, ont fait imaginer à M. Franklin, de soutirer, par le même moyen, l'électricité d'un nuage orageux.

Les aigrettes enflammées, qu'on apperçoit aux extrémités et aux angles des corps électrisés, sont toujours composées de rayons divergens entre eux, quand elles passent dans l'air; mais, si on les fait arriver dans un es-

pace vide d'air, elles prennent alors une autre forme.

Quand on approche assez près d'un corps électrisé un corps an-électrique, tel que le doigt d'un homme, ou une verge de métal, il éclate entre l'un et l'autre une vive étincelle; mais cette étincelle n'a jamais lieu, si le corps approché du corps électrisé est idio-électrique; si c'est, par exemple, du verre, ou du soufre, ou quelque résine.

Ces étincelles se multiplient par une suite de conducteurs non contigus; c'est-à-dire, qu'il éclate une étincelle dans chaque endroit où les conducteurs ne se touchent pas, pourvu qu'ils soient assez proches les uns des autres; et le degré de proximité est relatif au degré d'énergie de l'électricité actuelle; l'intervalle, qui sépare les conducteurs, doit être d'autant plus petit, que l'énergie de l'électricité du principal conducteur est moindre.

L'étincelle, qui éclate entre deux corps, est capable d'enflammer des matières combustibles.

Voilà les principaux phénomènes électriques: examinons maintenant les tentatives qu'on a faites, et les théories qu'on a imaginées pour en rendre raison; mais nous ne donnerons, avec un certain détail, que les systêmes de Nollet et de Franklin, parce que nous en avons déja assez dit sur celui d'Œpinus; et les systêmes de MM. Dufay et Jallabert, ne méritent pas d'être rapportés.

Théorie de l'Électricité de M. Nollet.

Toute la théorie de M. Nollet est fondée sur les trois principes suivans appuyés sur l'expérience :

1°. Un corps électrisé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matière électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour;

2°. Tant que durent ces émanations, une pareille matière vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergens;

3°. Ces deux courans de matière électrique, qui vont en sens contraire, exercent leurs mouvemens en même tems; et l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre.

Ce sont ces deux courans opposés, que M. Nollet a nommé *effluences* et *affluences simultanées :* pour bien faire connoître l'opinion de ce physicien sur la vertu électrique, il est nécessaire de rapporter ici toutes les propositions qu'il regarde comme évidemment prouvées par l'expérience, et au moyen desquelles il prétend rendre raison de tous les phénomènes électriques ;

1°. L'électricité est l'effet d'une matière fluide qui se meut autour et au dedans du corps électrisé;

2°. Ce fluide n'est, ni la matière propre

du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons ;

3°. Il est très-probable que la matière électrique est la même que celle du feu élémentaire et de la lumière, unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur ;

4°. Cette matière est présente par-tout, dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne ;

5°. De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amollissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrisent, quand on les frotte ;

6°. Tous les corps qu'on peut électriser en frottant, ne sont pas capables d'acquérir un égal degré d'électricité, par cette opération ;

7°. Les matières les plus électriques, après avoir été frottées, sont celles qui ont été vitrifiées ; et ensuite le soufre, les gommes, etc.

8°. Les corps vivans, les métaux parfaits ou imparfaits, ne deviennent point électriques par frottement ;

9°. Il paroît qu'il y a fort peu de matières, en quelque état qu'elles soient, qui ne reçoivent l'électricité d'un autre corps actuellement électrique ;

10°. Il y a des espèces auxquelles on communique l'électricité bien plus aisément, et bien plus fortement qu'à d'autres ;

11°. Et, au contraire, les corps, qui s'électrisent

lectrisent le mieux par frottement, ne reçoivent que peu ou point d'électricité par communication ;

12°. Les effets paroissent être les mêmes au fond, soit que l'électricité naisse par frottement, soit qu'elle s'acquière par communication ;

13°. La voie de communication est un moyen plus efficace que le frottement, pour forcer les effets de l'électricité ;

14°. La matière électrique excitée, ou mise en action, se meut, autant qu'elle peut, en ligne droite ;

15°. La matière électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs et les plus compactes ;

16°. Mais elle ne les pénètre pas tous avec la même facilité ;

17°. L'air de notre atmosphère n'est pas autant perméable pour la matière électrique que les métaux, etc.

18°. Quand la matière électrique sort d'un corps avec impétuosité, et qu'elle débouche dans l'air, soit qu'elle soit visible ou non, elle se divise en plusieurs jets divergens, qui forment une espèce de *gerbe* ou d'aigrette ;

19°. Cette matière invisible, qui agit beaucoup au-delà des aigrettes lumineuses, n'est autre chose qu'une prolongation de ces rayons enflammés ; et toute matière électrique, dont le mouvement n'est point accompagné de lu-

mière, ne diffère de celle qui éclaire ou qui brûle, que par un moindre degré d'activité ;

20°. Un corps électrisé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matière électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour ;

21°. Tant que durent ces émanations, une pareille matière vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons parmanens ;

22°. Ces deux courans de matière électrique, qui vont en sens contraire, exercent leurs mouvemens en même tems, et l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre ;

23°. La matière électrique ne circule point autour du corps électrisé ; et l'atmosphère, qu'elle forme, n'est point un tourbillon proprement dit ;

24°. Les pores, par lesquels la matière électrique sort du corps électrisé, ne paroissent pas être en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y entre ;

25°. La matière, qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais aussi par tous les autres corps du voisinage, qui sont susceptibles de s'organiser par communication ;

26°. La matière, qui sort du conducteur isolé, par les différentes parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe et du corps qui le frotte ;

27°. La matière électrique, qui vient de

toutes parts au conducteur isolé, se rend, en grande partie, au globe et au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus ;

28°. Un corps, actuellement électrique, attire et repousse toutes sortes de matières indistinctement, pourvu qu'elles ne soient pas retenues invinciblement par trop de poids ou par quelque autre obstacle ;

29°. Il y a certaines matières sur lesquelles l'électricité a plus de prise que sur les autres ;

30°. Cette disposition, plus ou moins grande, à être attirée ou repoussée par un corps électrique, dépend plus ou moins de la nature des matières, de leur couleur, etc. que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties ;

31°. L'électricité n'est point un état permanent ; elle s'affoiblit et elle cesse d'elle-même, après un certain tems, suivant le degré de force qu'on lui fait prendre, et la nature des matières dans lesquelles on la fait naître ;

32°. Les corps électrisables par communication, perdent aisément leur vertu, par l'attouchement d'un autre corps de même nature non isolé ;

33°. Le verre électrisé par frottement, ou même par communication, ne se délectrise pas de même, et peut garder son électricité bien plus long-tems que les conducteurs ordinaires ;

34°. Il est de toute évidence que les attrac-

tions, répulsions et autres phénomènes électriques sont les effets d'un fluide subtil qui se meut autour du corps qu'on a électrisé, et qui étend son action à une distance plus ou moins grande, selon le degré de force qu'on lui a fait prendre.

Cette théorie de Nollet nous paroît assez bien déduite des faits, quoiqu'elle ne satisfasse pas à tout; le très-grand nombre des propositions qu'il avance, nous semblent évidemment prouvées par les expériences qu'il cite; et l'on peut, dans son système, expliquer d'une manière plausible la plupart des phénomènes électriques.

Celui de tous, par exemple, qui est le plus anciennement connu, et en même tems le plus constant, et qui est un des plus importans, savoir: celui des attractions et des répulsions simultanées, opéré, non-seulement par le même corps électrisé, mais même par une seule et même surface de ce corps, peut être expliqué, d'une manière très-satisfaisante, par cette théorie: si l'on demande donc pourquoi un corps, actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, attire et repousse, par une même surface, et en même tems, les corps légers qu'on lui présente, et qui sont libres d'obéir à son action, de sorte que les uns sont attirés dans le même instant, pendant lequel les autres sont repoussés; voici la raison qu'en donne M. Nollet: *un corps, actuellement électrisé, lance de toutes parts une*

matière fluide, qui sort en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent entre eux, et qui se porte progressivement aux environs, jusqu'à une certaine distance ; cette matière, qu'on nomme *effluente, est en même tems remplacée par une matière semblable, qui vient de toutes parts au corps électrisé*, et qu'on a nommée *matière affluente ;* ces deux matières, *effluente* et *affluente*, ayant *un mouvement progressif et simultané, doivent emporter avec elles tout ce qu'elles rencontrent d'assez libres pour obéir à leur impulsion ;* mais, comme *ces deux courans de matière se meuvent en sens contraire*, de tous les corps légers, qui se trouvent dans la sphère d'activité du corps électrisé, les uns sont emportés vers ce corps électrisé par le courant de matière affluente, et ainsi paroissent attirés ; les autres en sont repoussés par le courant de matière effluente, suivant qu'ils donnent plus ou moins de prise à l'un ou à l'autre de ces deux courans : il paroît impossible de rendre raison de pareilles attractions et répulsions simultanées, si l'on n'admet pas en même tems ces deux courans de matière électrique.

Théorie de l'électricité de Franklin.

M. Franklin commence d'abord par établir trois principes fondamentaux que voici :

1°. *La matière électrique est composée de particules extrêmement subtiles*, puisqu'elle

peut traverser la matière commune, même les métaux les plus denses, avec tant de liberté et de facilité, qu'elle n'éprouve aucune résistance sensible ;

2°. *La matière électrique diffère de la matière commune, en ce que les parties de celle-ci* s'attirent *mutuellement, et que les parties de la première se repoussent mutuellement* : de-là, la divergence apparente dans un courant d'écoulemens électriques. On peut opposer ici à Franklin, que cette divergence n'est point causée par la répulsion mutuelle des parties de la matière électrique ; car, lorsque ces écoulemens se font dans un lieu vide d'air, cette divergence n'a pas lieu ; et cependant ces parties ne devroient pas cesser alors de se repousser.

3°. Mais, continue Franklin, *quoique les particules de matière électrique se repoussent l'une et l'autre, elles sont fortement attirées par toute autre matière.*

De ces trois choses, savoir : l'extrême subtilité de la matière électrique, la mutuelle répulsion de ses parties, et la forte attraction entre elles et une autre matière, il résulte cet effet, que, quand une quantité de matière électrique est appliquée à une masse de matière commune d'une grosseur et d'une longueur sensibles (qui n'a pas déja acquis sa quantité), elle est d'abord et également répandue dans la totalité.

Ainsi, la matière commune est une espèce

d'éponge pour le fluide électrique : une éponge ne recevroit pas l'eau, si les parties de l'eau n'étoient pas plus petites que les pores de l'éponge ; celle-ci s'en imbiberoit plus promptement, si l'attraction réciproque entre les parties de l'eau, n'y mettoit pas obstacle, en ce qu'il doit y avoir quelque force employée pour les séparer ; enfin, l'imbibition seroit très-rapide, si, au lieu d'attraction, il y avoit, entre les parties de l'eau, une répulsion mutuelle, qui concourût avec l'attraction de l'éponge : c'est précisément le cas où se trouvent la matière électrique et la matière commune.

Mais, dans la matière commune, il y a, généralement parlant, autant de matière électrique qu'elle peut en contenir dans sa substance ; si l'on en ajoute davantage, le surplus reste sur la surface, et forme ce que nous appelons une atmosphère électrique ; et l'on dit alors que le corps est électrisé.

On suppose que toute sorte de matière commune n'attire pas, et ne retient pas la matière électrique avec une égale force et une égale activité, et que les corps appelés originairement électriques, comme le verre, etc. l'attirent et le retiennent plus fortement, et en contiennent la plus grande quantité.

Nous savons que le fluide électrique est dans la matière commune, parce que nous pouvons le pomper, et l'en faire sortir, par le moyen du globe et du tube ; nous savons que la ma-

tière commune en a, à-peu-près autant qu'elle en peut contenir.

Si l'on suppose, continue Franklin, une portion de matière commune, entièrement dégagée de matière électrique, et qu'on en approche une simple particule de cette dernière, elle sera attirée, et entrera dans le corps, et prendra place dans le centre, ou à l'endroit dans lequel l'attraction est égale de toutes parts: s'il y entre un plus grand nombre de particules électriques, elles prennent leur place dans l'endroit où la balance est égale entre l'attraction de la matière commune, et leur propre répulsion mutuelle : on suppose qu'elles forment des triangles, dont les côtés se raccourcissent à proportion que leur nombre augmente, jusqu'à ce que la matière commune en ait tant attiré, que tout son pouvoir de comprimer les angles par l'attraction, soit égal à tout leur pouvoir de s'étendre elles-mêmes par la répulsion; et alors cette portion de matière n'en recevra plus.

Lorsqu'une partie de cette quantité naturelle de fluide électrique, est chassée d'une portion de matière commune, on suppose que les triangles, formés par le reste, s'élargissent par la répulsion mutuelle des parties, jusqu'à ce qu'ils occupent cette portion en entier.

Lorsque la quantité de fluide électrique, qui a été enlevée à une portion de matière commune, lui est rendue, elle y entre; les

triangles dilatés étant comprimés de nouveau, jusqu'à ce qu'il y ait place pour la totalité.

La forme de l'atmosphère électrique, est celle du corps qui l'environne.

L'atmosphère des particules électriques qui environnent une sphère électrisée, n'est pas plus disposée à l'abandonner, ni plus aisément tirée d'un côté de la sphère que de l'autre ; mais ce cas n'est pas le même pour les corps d'une autre figure ; dans un cube, elle est plus facilement tirée des angles que des surfaces planes ; et ainsi des angles d'un corps de toute figure ; et toujours plus facilement de l'angle le plus aigu.

Tels sont les principes fondamentaux, les vrais élémens de la théorie du célèbre Franklin ; ils prouvent que l'auteur est un véritable observateur ; et nous ne pouvons trop inviter à lire les développemens qu'il a publiés à ce sujet ; on y trouvera toutes les expériences qu'il a faites ; presque tout ce qu'il annonce, ou met en principe, est bien vu ; il y manque cependant quelque chose ; quelques-unes de ses explications sont insuffisantes ; et il y a quelques phénomènes dont il ne donne point de raisons, par exemple, les attractions et répulsions simultanées, qui peuvent être expliquées par d'autres théories : mais quelle est la théorie de cette science, à laquelle il ne manque rien ? Nous ne sommes pas encore assez instruits.

De même qu'on a imaginé des thermomè-

tres, pour désigner les différens degrés de chaleur des corps, de même aussi on a cherché à se procurer des *électromètres*, pour marquer les différens degrés de la vertu électrique : un instrument qui mériteroit ce nom, seroit celui qui seroit propre, non-seulement à nous indiquer si un corps est actuellement électrique, mais de combien il l'est plus qu'un autre, auquel on le compare, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre tems, ou dans des circonstances différentes : en un mot, ce seroit celui, qui seroit propre à nous apprendre quel est le degré absolu de l'électricité d'un corps ; mais on n'est point encore parvenu à se procurer un pareil instrument ; on en a cependant imaginé plusieurs, dont les uns sont très-simples, et les autres fort compliqués, et en même tems fort ingénieux. Celui de M. Nollet, est un simple fil posé sur le conducteur, et dont les deux bouts s'écartent plus ou moins, suivant le degré actuel d'activité de la vertu électrique : cet électromètre n'apprend pas grand-chose. M. *Volta* a imaginé un autre instrument, dont on fait aujourd'hui beaucoup d'usage, et auquel on a donné le nom d'*électrophore*, parce qu'il conserve, pendant un tems très-long, l'électricité qu'on lui a communiquée : cet instrument est composé de deux plaques rondes de métal, dont l'une est enduite, d'un côté seulement, d'une couche de matière résineuse, et l'autre est attachée à des cordons de soie, ou à une tige de

verre, au moyen desquels on peut l'isoler. Si l'on frotte avec la main sèche, ou mieux encore avec une peau de lièvre du côté du poil, la couche de résine qui est sur la plaque de métal ; qu'on pose dessus cette couche de résine l'autre plaque de métal en la touchant avec la main ; et que tout de suite on l'enlève, au moyen des cordons de soie, ou la tige de verre, on en tire une étincelle en y présentant la main ; si l'on met de nouveau cette plaque de métal sur la couche de résine, en la touchant encore, et qu'on l'enlève, comme la première fois, on tire une nouvelle étincelle : on peut ainsi récompenser 100 ou 200 fois, ou même davantage ; si on laisse cette plaque de métal sur la couche de résine, dans un endroit quelconque, mais hors de portée de l'humidité, plusieurs mois après, on y trouvera des signes d'électricité, sans qu'il soit besoin de nouveaux frottemens.

Analogie entre les effets du tonnerre, et ceux de l'électricité.

On est certain aujourd'hui que la cause, qui produit les effets du tonnerre, est la même que celle, qui produit les effets électriques ; on remarque, entre ces effets, une si grande ressemblance (à la grandeur près), qu'on est autorisé à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité, qui s'excite naturellement, et qui règne, du moins en certain

tems, dans une partie de l'atmosphère terrestre.

Le premier qui ait remarqué cette analogie, est M. *Gray ;* après avoir parlé de plusieurs expériences d'électricité, il s'explique en ces termes : « nous voyons par ces expé» riences, qu'on peut produire, par l'électri» cité, une flamme de feu avec une explosion » et une ébullition de l'eau froide ; et, quoi» que ces effets ne soient à présent (en 1734) » que *in minimis*, il est très-probable, qu'a» vec le tems, on trouvera un moyen de ras» sembler une plus grande quantité d'électri» cité, qui paroît être de la même nature, » que celle du tonnerre et des éclairs, si l'on » peut comparer les petits effets aux grands ».

Il est bien prouvé aujourd'hui, 1°. qu'en tems d'orage principalement, il règne une électricité naturelle dans l'atmosphère ; 2°. quelquefois même, lorsqu'il n'y a ni orage, ni nuages ; 3°. qu'alors tous les corps an-électriques, pointus ou non, élevés ou couchés, s'électrisent, s'ils sont isolés ; 4°. que cette électricité se fait plus fortement sentir dans les lieux élevés, que dans les lieux bas ; parce que, dans les premiers, les corps sont plus près des corps électrisans.

Nous devons donc regarder la nuée qui porte le tonnerre, comme un grand corps électrisé ; mais, comment cette nuée acquiert-elle la vertu électrique ? On sait que cette vertu s'excite dans les corps de deux façons ; par frot-

tement dans les uns, et par communication dans les autres : sitôt que les premiers sont une fois électrisés par frottement, ils communiquent leur vertu aux autres qui en sont susceptibles, et qui, étant isolés, se trouvent à une distance convenable : or, l'air est un corps idio-électrique ; nous croyons donc que, sur-tout dans le tems d'orage, où il est assez ordinaire de voir les vents, ainsi que les nuages, aller en sens contraire les uns des autres, une partie de l'atmosphère glissant sur l'autre, l'air s'électrise en se frottant contre lui-même, ou contre les objets terrestres qu'il rencontre en passant, ou contre les nuages qui y flottent avec des vîtesses et dans des directions différentes ; et qu'il communique ensuite son électricité à la nuée dont il est chargé : il est même très-probable, que les substances inflammables, qui s'élèvent et s'accumulent dans la région des nuages, contribuent à la grandeur des effets, non-seulement par elles-mêmes, mais peut-être encore, soit par la matière électrique qu'elles portent avec elles, soit en formant avec les vapeurs aqueuses un fluide mixte, plus susceptible d'une grande électrisation ; ce qui le fait croire, c'est que les orages sont plus grands et plus fréquens dans les tems et dans les lieux, où nous avons des raisons de penser, que ces exhalaisons sont répandues en plus grande abondance dans l'atmosphère ; comme dans les saisons et dans les climats chauds, ainsi que dans les endroits

où le terrein est rempli de substances capables de fournir une grande quantité de ces exhalaisons.

La nuée doit donc être considérée, comme un conducteur d'un grand volume, actuellement isolé et électrise ; et elle doit faire, mais en grand, et avec toute l'intensité qu'exige la grandeur du phénomène ; elle doit faire, disons-nous, avec les corps an-électriques qu'elle rencontre, ce que font nos conducteurs ordinaires à l'égard de ceux qu'on leur présente ; elle doit électriser, par communication, ceux qui sont convenablement isolés ; elle doit causer aux autres des percussions violentes, des commotions, des inflammations, etc. : si donc une pareille nuée en rencontre une autre qui ne soit pas électrisée, ou qui le soit moins fort qu'elle, ce qu'on appèle *électrisée en moins*, la matière électrique, qu'elle lance de toutes parts, se porte de préférence vers cette nuée ; et dans le même tems, cette dernière fournit une matière semblable à la nuée électrisée : ces deux courans de matière, en se choquant l'un l'autre, s'enflamment ; voilà l'*éclair* qui nous éblouit ; mais ce choc cause une répercussion, et un mouvement rétrograde, qui contraint chacun de ces courans à rentrer précipitamment dans le corps, d'où il sortoit ; delà naît le bruit éclatant et redoublé que nous entendons ; de même qu'on ne manque pas d'en entendre, toutes les fois qu'on oblige un fluide à en pénétrer un autre avec vivacité ; voilà le

bruit du *tonnerre* : si cette nuée électrisée, au lieu d'étinceler vis-à-vis d'une autre nuée, étincèle vis-à-vis d'un objet terrestre, qui s'en trouve à une distance convenable, voilà la *foudre* qui éclate ; la foudre n'est donc autre chose que l'éclair, n'est autre chose que la matière électrique, qui s'enflamme par le choc de ses propres rayons, entre un nuage et un corps terrestre ; et cette matière, ainsi choquée et répercutée, jouissant dans tous les corps d'une contiguité presque parfaite, est capable de frapper, de rompre, de fondre, de calciner les corps les plus durs, et d'enflammer les corps combustibles ; et plus les corps terrestres seront capables de fournir une plus grande quantité de cette matière qui produit la foudre ; voilà pourquoi les corps vraiment an-électriques, sont plus souvent foudroyés, que les autres ; ainsi, les animaux, les arbres verds, les bâtimens dont les sommités sont garnies de métal, y sont très-sujets.

Quelques physiciens, entr'autres M. *Maffei*, ont prétendu que la foudre ne venoit jamais des nuages, mais toujours des corps terrestres; d'autres enfin pensent qu'elle vient, tantôt des uns, tantôt des autres : en effet, on la voit quelquefois partir de la terre, pour s'élancer en l'air ; et plus souvent encore on la voit sortir du nuage, et se porter vers la terre : mais le vrai est que la foudre proprement dite, celle qui frappe les objets terrestres, vient toujours tout-à-la-fois, et des nuages, et des

corps terrestres; car, suivant ce que nous venons de dire, la foudre ne peut éclater que par le choc de deux courans de matière, l'un qui vient du nuage électrisé, et l'autre qui sort du corps foudroyé.

Il y a cependant des éclairs, qui paroissent éclater sans le concours de ces deux courans, quoiqu'ils y soient réellement; mais ils sont bien différens de ceux qui annoncent la foudre; ce ne sont, pour ainsi dire, que des lumières diffuses, et qui se passent souvent sans bruit: ceux-ci ressemblent beaucoup plus aux aigrettes lumineuses et spontanées, qu'on apperçoit aux extrémités et aux angles d'un conducteur isolé et électrisé, et dans lesquelles on peut plonger le doigt, sans ressentir aucune douleur, qu'ils ne ressemblent aux étincelles, qui éclatent entre le conducteur et le doigt qui en approche, et qui ne manque guère de ressentir une piqûre vive, et quelquefois une violente commotion.

On peut produire les phénomènes électriques, en empruntant la vertu électrique d'un nuage orageux, au lieu de l'emprunter d'un globe, ou d'un plateau frotté; pour cela, il ne faut qu'isoler convenablement un conducteur sous le nuage orageux: pour avoir de plus grands effets, on approche du nuage, le plus qu'il est possible, une des extrémités du conducteur, en l'élevant par le moyen d'un cerf-volant; comme M. Franklin l'a fait le premier, en 1752. M. de *Romas*, assesseur du présidial

de

de Nérac, a fait aussi cette expérience, en 1753; il paroît que c'est lui qui a obtenu les phénomènes les plus saillans, suivant le détail qu'il en a donné; il assure avoir obtenu des jets de feu de 9 à 10 pieds de long.

Aurores boréales.

Les aurores boréales ne paroissent être autre chose, que des phénomènes électriques; la plupart des physiciens modernes pensent que l'aurore boréale, est produite par l'inflammation de la matière électrique, que tout le monde convient être en très-grande quantité dans tous les corps, et qu'on connoît capable de s'enflammer par le plus petit choc: ont-ils raison? c'est ce que nous n'oserions décider, quoique nous soyons très-portés à être de leur avis.

On a observé que l'aurore boréale fait varier sensiblement la direction de l'aiguille aimantée; mais le fluide électrique influe sur la vertu magnétique, puisqu'il aimante le fer et l'acier; pourquoi donc un fluide, qui y influe de même, ne seroit-il pas le fluide électrique?

On sait aujourd'hui qu'il y a beaucoup de rapport entre la matière électrique et celle de l'aimant: ne pourroit-on pas dire que la matière électrique se porte vers le nord en plus grande quantité qu'ailleurs, en conséquence du mouvement de la terre sur son axe, et qu'elle sort par les poles, et sur-tout par les

poles de l'équateur magnétique ? car, les aurores boréales sont presque continuelles : tout annonce ici des rapports, que des observations plus mieux suivies pourront nous faire connoître.

Des Trombes.

Une trombe est un phénomène effrayant, terrible, et capable de causer de grands ravages ; elle commence ordinairement par un nuage, qui paroît fort petit, et que les marins appèlent le *grain*. Ce nuage se grossit ensuite considérablement et en fort peu de tems, et devient un amas de vapeurs, ressemblant à une grosse nuée fort épaisse, qui s'allonge de haut en bas, ou de bas en haut, en forme de colonne cylindrique, ou de cône renversé, qui fait entendre un bruit assez semblable à celui d'une mer fortement agitée, qui lance des éclairs, et même quelquefois la foudre ; qui jète souvent autour d'elle beaucoup de pluie, ou de grêle, et qui est capable de submerger les vaisseaux, de renverser les arbres et les maisons : lorsque les marins ne peuvent pas éviter de s'approcher des trombes, ils tâchent de les rompre à coups de canon, avant d'être dessous, afin de prévenir l'inondation dont ils sont menacés.

Quant aux trombes de terre, elles sont capables de causer des ravages affreux ; la rapidité de leur mouvement est si prodigieuse, qu'il est difficile de s'en garantir.

On peut diviser les trombes en *descendantes* et en *ascendantes ;* les trombes descendantes, sont celles qui se portent du nuage vers la terre ou la mer; et les trombes ascendantes, sont celles qui se portent de la mer vers le nuage. On leur a attribué des causes absolument insuffisantes : de plus, la même cause ne peut pas rendre raison des trombes descendantes, et en même tems des ascendantes ; on a donc eu besoin de recourir, pour les unes, à une cause différente de celle des autres ; mais, pourquoi assigner deux causes à des effets auxquels une seule peut suffire? il nous paroît plus raisonnable, et plus conforme à la simplicité des lois de la nature, de n'attribuer aux trombes descendantes, et aux trombes ascendantes, qu'une seule et même cause, capable de produire les unes et les autres : c'est ce que nous allons tenter de faire en les regardant comme des phénomènes électriques.

Lorsque deux corps, dont l'un est actuellement électrisé, et l'autre ne l'est pas, sont en présence l'un de l'autre, ils ont l'un vers l'autre une sorte de tendance, qui fait que celui des deux qui est le plus libre de se mouvoir, se porte vers l'autre avec plus ou moins de facilité; c'est là ce qu'on appèle *attraction électrique :* cette attraction n'est qu'apparente; elle est vraiment l'effet d'une impulsion; car, il y a entre ces deux corps, deux courans de matière, dont les directions sont opposées, et que

nous avons nommés *effluences simultanées* : la matière effluente se porte du corps actuellement électrisé, vers celui qui ne l'est pas ; et la matière affluente se dirige du corps non électrisé, vers celui qui l'est actuellement : ce sont ces deux courans, qui occasionnent tous ces mouvemens, connus sous les noms d'attractions et de répulsions électriques ; et l'on sait que de ces deux courans, il y en a toujours un qui est plus fort que l'autre : ces faits, qui sont bien constans, nous paroissent suffire pour expliquer physiquement le phénomène des trombes.

Lorsqu'un nuage, fortement électrisé, se présente à une distance convenable de la terre, il s'établit aussitôt, entre les corps qui sont à sa surface et le nuage électrisé, les deux courans de matière dont nous venons de parler. Le nuage lance de toutes parts, et plus fortement qu'ailleurs, des rayons de la matière effluente ; et, dans le même tems, les corps terrestres lui rendent une matière semblable, en lui fournissant la matière affluente : si le courant de la matière effluente est le plus fort, les particules de vapeurs qui composent le nuage, sont entraînées par cette matière effluente, et forment la colonne cylindrique ou conique d'où résulte la trombe descendante, qui a plus ou moins de diamètre, et qui se porte plus ou moins loin, suivant le degré d'énergie de la vertu électrique du nuage : si, au contraire, c'est le courant de la matière affluente, qui a

le plus de force, et que le nuage électrisé se présente vis-à-vis de corps qui aient la liberté de se mouvoir, comme, lorsqu'il se trouve au-dessus de la surface de la mer, ou d'un grand lac, alors la matière affluente entraîne avec elle une grande quantité de particules aqueuses, assez considérable pour former cette colonne que l'on voit s'élancer vers le nuage, et qu'on peut appeler *trombe ascendante.*

L'expérience est ici parfaitement d'accord avec le raisonnement: nous avons rempli d'eau un petit vase de métal, un dé à coudre, et nous lui avons présenté, à quelques pouces de distance, un tube nouvellement frotté; aussitôt l'eau du vase s'est élevée en forme de monticule qui s'est soutenue jusqu'à ce qu'il en soit partie une étincelle; après quoi il est retombé: pendant que l'eau étoit ainsi suspendue, on entendoit un petit bruissement; et le côté du tube qui étoit tourné vers le vase, s'est trouvé tout couvert de petites parcelles d'eau. (Cette expérience est connue; mais, pour qu'elle réussisse bien, il faut que le tems soit favorable, et l'électricité un peu forte); cette expérience nous a donc donné en petit l'image d'une trombe ascendante; et il n'est pas douteux que, si le corps électrisé, que nous présentâmes au-dessus de notre vase plein d'eau, eût été composé de parties mobiles entr'elles, nous aurions pu avoir aussi l'image d'une trombe descendante.

On peut donc conclure que les trombes,

soit ascendantes, soit descendantes, ainsi que toutes les circonstances, soit constantes, soit accidentelles, qui les accompagnent, sont produites par une seule et même cause; et qu'elles ne sont autre chose, que des phénomènes électriques.

PREMIER SUPPLÉMENT

A LA PHYSIQUE,

Que nous venons de traiter en détail.

RÉFLEXIONS GÉNÉRALES SUR LA PHYSIQUE.

LA physique est une science, si importante, si intéressante, que, pour ne rien omettre de tout ce qui peut satisfaire à cet égard nos lecteurs, et pour l'imprimer plus profondément dans leur esprit, nous allons donner ici deux supplémens, en évitant, autant que nous pourrons, de nous répéter.

La physique fait tous les jours de nouveaux progrès, et elle seroit bien plus avancée, si tous ceux qui s'en occupent étoient versés dans la chimie et l'histoire naturelle : il est reconnu que ces deux dernières sciences ont une grande connexion avec la première, comme on a pu le conclure par-tout ce que nous avons

déja dit, et comme on le verra par plusieurs choses curieuses, qu'on trouvera dans ce supplément, et que nous avons puisées principalement dans l'histoire naturelle et la chimie par Fourcroy. Mais, pour faire encore mieux voir tous les avantages que les physiciens peuvent retirer de ces deux sciences, il sera à propos de rapporter ici quelques découvertes modernes, aussi précieuses qu'utiles, que nous leur devons.

Le célèbre chimiste *Bergman*, prétend avoir prouvé que l'eau régale n'attaque l'or que par le *latus* de l'acide marin, privé de ce phlogistique dont s'empare l'acide nitreux; car, en faisant passer l'acide marin sur le manganèse (c'est cette matière dont les potiers se servent pour noircir les couvertures de leur poterie) très-avide de phlogistique, il dissout l'or sans intermède.

Selon le même auteur, le calcul ordinaire est formé d'une matière muqueuse, combinée avec un acide semblable à celui du sucre; cette connoissance pourra peut-être faire trouver un jour un remède capable de dissoudre la pierre.

La chimie nous a enseigné que le foie de soufre étendu dans de l'eau, et le vinaigre, sont des contre-poisons de l'arsénic; que, quoique le borax et la crême de tartre soient insolubles dans de l'eau séparément, leur mélange y est très-soluble; que le sublimé et le sel ammoniac sont des sels neutres, qui, étant unis ensemble, forment un nouveau

mixte salin, inséparable par tous les moyens connus ; que l'on peut dissiper la mauvaise odeur que les asperges communiquent à l'urine, en mettant, dans le pot-de-chambre, de l'eau mêlée avec un peu d'esprit de sel ; qu'on peut facilement faire une limonade en poudre, en mêlant exactement trois dragmes de sel essentiel d'oseille pulvérisé, avec une livre de sucre royal, aussi pulvérisé, et ajoutant au mélange huit gouttes d'huile essentielle de citron : on met cette préparation dans une bouteille sèche ; une once agitée dans une chopine d'eau, donne une limonade agréable.

Quelquefois on est bien aise d'enlever les taches de graisse, et d'autres qui gâtent les estampes et les livres ; la chimie fournit un moyen facile pour cela ; frottez les feuilles tachées avec de la poudre d'os de mouton brûlés; après quoi, mettez la feuille frottée entre deux feuilles de papier propre ; laissez-la sous la presse pendant quelques heures, la tache aura disparu : si elle existoit encore, on réitéreroit l'opération ; on ne doit pas laisser la feuille trop long-tems sous la presse, de crainte que la poudre n'efface l'impression.

Pour étamer une boule de verre blanc, beau et net, on a soin de la nettoyer, en sorte qu'il ne reste aucune poussière dans son intérieur ; on prend une partie d'étain, autant de plomb, quatre parties de bismuth, et huit parties de mercure ; après avoir fait fondre ensemble l'étain et le plomb, on y ajoute le bismuth ;

lorsque ce dernier est fondu, on retire le tout du feu ; et, avant que le mélange soit refroidi, on verse le mercure, qui s'incorpore très-bien avec les autres substances métalliques ; on verse cet amalgame dans la boule, par le moyen d'un entonnoir de gros papier, de manière qu'il se ramasse au fond, et qu'il n'y ait point d'éclaboussure : si l'amalgame, qu'on agite doucement de côté et d'autre, formoit des flocons, on tiendroit le vaisseau, pendant un peu de tems, sur un fourneau de braise allumée, ce qui rendroit l'amalgame coulant; en sorte qu'on peut le distribuer uniformément ; après quoi, on verse ce qui reste de surabondant : si l'on laisse un cou au matras, d'environ trois pouces, non revêtu d'amalgame, qu'on le bouche avec un bouchon qu'on mastiquera, à travers lequel passe un fil de fer qui touche le fond du globe ; que ce fil de fer, terminé en crochet, et par une extrémité obtuse ou globuleuse, soit suspendu à un conducteur électrique, on se procurera un spectacle très-agréable, si on a soin de couvrir la surface extérieure du matras, d'un vernis gras, fort léger, et de répandre dessus de l'avanturine métallique, en sorte qu'il reste un très-grand nombre de petites places vides ; lorsque la machine électrique agit, le matras devient tout lumineux extérieurement, et cette lumière forme des sillons irréguliers, extrêmement agréables.

La chimie nous a fait connoître une infi-

nité de choses curieuses sur la crystallisation des substances métalliques : il faut couler la matière, au moment où elle commence à se figer sur les bords du creuset, et c'est à sa partie interne qu'on trouve les crystaux attachés ; mais on n'obtient ceux de l'or et de l'argent, qu'en fondant des masses considérables : l'or se crystallise en une pyramide fort aiguë et à quatre faces : sur les vives arêtes des angles, sont implantés des sommets de petites pyramides renversées. La crystallisation de l'argent par dissolution, forme des plumes dont les barbes, considérées au microscope, représentent une herborisation admirable, que le plus habile artiste ne sauroit bien imiter.

Les chimistes ont encore découvert que cet air, qui s'élève du fond des marais, est un air inflammable ; que l'acide nitreux peut se changer en un air plus pur que celui de l'atmosphère ; que l'eau ne s'évapore pas sensiblement, si l'air n'est pas renouvelé ; que l'alkali fixe et le vitriol, dans le même air, non renouvelé, n'absorbent pas l'eau qui se trouve à une certaine distance dans un vaisseau ; mais il paroît certain que l'alkali volatil fluor s'évapore dans l'air non renouvelé ; ce qui n'a pas lieu pour l'acide marin, qui attire l'alkali volatil, lui ôte sa volatilité dans l'air non renouvelé, et le rend fixe. Nous avons déja rendu compte des découvertes et des belles expériences des Pryestley, des Francklin, etc.

M. Hoëffert a découvert, dans plusieurs endroits de la Toscane, le *tinkal*, ou sel *sédatif naturel*; il assure que l'eau du lac *Cerchiaco*, située dans le même pays, est minéralisée par ce sel, qu'elle tient en dissolution : avec ce sel et de l'alkali minéral, il a composé du borax, substance dont les chimistes tiroient le tinkal : un autre chimiste a fait voir qu'on peut retirer un esprit ardent du lait de vache; et il y a apparence que tout autre lait, capable de subir la fermentation acide, a la même propriété. Le célèbre Spielman a trouvé que l'eau ne détruit pas la ténacité de la partie caseuse du lait; en sorte que, selon ce savant, on peut, en le corrigeant ainsi, le donner aux enfans, si le lait de femme manque.

M. Croharé a découvert depuis peu, que l'acide phosphorique qu'on tire des os des animaux, rend les émeraudes et les rubis fusibles, sans altérer sensiblement leur beauté, et en leur laissant, après cette opération, assez de dureté pour faire feu avec le briquet. Les anciens Égyptiens avoient le secret de faire de belles émeraudes; mais nous ignorons s'ils employoient, dans leur procédé, l'acide phosphorique, comme le chimiste dont nous venons de parler, en fondant plusieurs petites émeraudes, pour en faire une plus considérable : il y a apparence que cette belle découverte fera baisser le prix des rubis et des émeraudes.

Si, de la chimie, nous passons à l'histoire naturelle, nous serons convaincus que la phy-

sique lui doit une grande partie de ses connoissances. C'est par l'expiration que les hommes forment la voix ; les animaux, au contraire, semblent la former par l'inspiration : « Les coqs, dit Buffon, quand ils chantent, s'étendent autant qu'ils peuvent ; leur cou s'allonge, leur poitrine s'élargit, le ventre se rapproche des reins, et le croupion s'abaisse ; tout cela ne convient qu'à une forte inspiration. Un agneau, nouvellement né, appelant sa mère, offre une attitude toute semblable ; il en est de même d'un veau, dans les premiers jours de sa vie ; lorsqu'il veut former sa voix, le cou s'allonge et s'abaisse, de sorte que la trachée-artère est ramenée presqu'au niveau de la poitrine ; celle-ci s'élargit ; l'abdomen se relève beaucoup, apparemment parce que les intestins restent presque vides ; les genoux se plient ; les cuisses s'écartent, l'équilibre se perd, et le petit animal chancèle en formant sa voix : tout cela paroît être l'effet d'une forte inspiration ».

« Il est certain que les loups et les chiens ne heurlent que par inspiration ; on peut s'en assurer aisément en faisant hurler un petit chien près du visage ; on verra qu'il tire l'air de sa poitrine, au lieu de le pousser en dehors ; mais, lorsque le chien aboie, il ferme la geule à chaque coup de voix, et le mécanisme de l'aboiement est différent de celui du hurlement ».

M. Fontana a découvert une espèce de ré-

servoir de liqueur acide à la partie postérieure des fourmis : cette liqueur sort par l'extrémité de leur ventre ; si l'on sent de bien près une fourmi, dans le moment qu'elle répand son acide, on est frappé d'une sensation vineuse, comme celle qu'on éprouve lorsqu'il y en a plusieurs renfermées depuis long-tems dans un endroit spacieux : en examinant les fourmis, dans le tems qu'elles mordent, on remarque qu'elles se replient, de manière que la tête, passant sous le corps, s'approche de l'extrémité opposée ; si elles mordent dans cet instant, la liqueur acide sort tout de suite du corps, et l'insecte en est mouillé vers la tête et la bouche : on observe aussi très-souvent, que la fourmi met la bouche sur la liqueur acide, la puise, et pique un moment après, comme si elle étoit instruite que la douleur en sera plus considérable. En irritant les fourmis, et les laissant ensuite mourir, ajoutant un peu d'eau, et filtrant cette eau avec du papier brouillard, on obtient un sel concret, dont vingt grains, étant mis dans un petit matras lutté et tenu long-tems au feu, donnent environ vingt-deux pouces cubes d'air ; et cet air est en partie de l'air fixe, et en partie de l'air inflammable, mêlé d'air commun : il reste dans le matras une matière alkalescente, brune et caustique ; d'où il paroît que l'acide des fourmis n'est autre chose que l'acide de l'air fixe concentré et sous forme liquide.

La combinaison de l'alkali fixe, et du vi-

naigre distillé donne la terre foliée de tartre : une once de cette substance a donné 310 pouces cubiques d'air, dont presque la moitié étoit de l'air fixe, et l'autre moitié de l'air inflammable, uni à un peu d'air commun. Et M. Fontana pense, d'après ses expériences, que les acides qu'on retire des substances animales, végétales, gommeuses et résineuses, ne sont qu'un seul et même acide, et que cet acide n'est que de l'air fixe pur. Mais il paroît qu'en général les huiles donnent moins d'air fixe que les autres substances, et plus d'air inflammable en proportion.

Les substances gommeuses et résineuses, selon M. Fontana, donnent un sel acide, entièrement semblable à celui du sucre, et qui peut, comme celui-ci, être réduit en air fixe et en air inflammable.

La physique fait tous les jours des progrès, depuis qu'on ne cesse d'observer et d'interroger la nature, par les expériences. On a trouvé le moyen de garantir des effets de la foudre par des para-tonnerres, et des effets du feu ordinaire par le moyen d'une couche incombustible : M. Hartley n'emploie que des plaques de fer, presqu'aussi minces que des feuilles de bon papier, et qu'on cloue artistielement sur des solives, en observant que les bords d'une plaque passent toujours, par dessus ou par dessous, les bords de celles qui la touchent ; en sorte que les mêmes clous attachent deux bords ensemble. On couvre toutes

les solives et le fond entier de la chambre de cette sorte.

Qui croiroit, si on ne l'avoit pas observé, qu'à l'éruption du Vésuve, le 8 août 1719, la colonne de feu, qui s'élevoit de la fournaise, avoit plus de deux mille pas de hauteur, et jetoit assez de lumière, pour qu'on pût lire une lettre à trois milles de distance? Qui croiroit qu'un grand nombre d'étoiles, ou d'autres petites étoiles qui les accompagnent comme des satellites, si M. Meyer, astronome aulique, ne l'avoit découvert par le moyen d'un quart de cercle mural, de la façon de Bird? C'est par l'astronomie physique qu'on voit comment tout est admirable dans l'étendue des cieux : mille milliards de soleils, qui la remplissent, ne sont qu'une foible expression de l'existence et de l'empire immense du créateur.

La botanique fournit encore à la physique des découvertes précieuses.

Tout se détruit dans la nature ; les végétaux subissent, comme les autres corps organisés, cette terrible loi, plus ou moins promptement, selon le degré de force de leurs fibres, et l'intensité de la contexture de ces dernières. Le noyer, plus poreux, plus tendre que l'orme et le chêne, vit aussi moins long-tems ; lorsque la caducité de cet arbre approche, sa fécondité diminue ; il devient même stérile : dès qu'on commence à s'appercevoir d'une diminution constante dans le produit du noyer, on

doit

doit faire couper toutes les branches qui paroissent, ou mortes, ou prêtes à mourir ; et cela dans la saison où l'on émonde les arbres ; on remue ensuite la terre au pied de l'arbre ; on y verse de la lie de vin ; les sels contenus dans cette substance, se dissolvant dans l'humidité de la terre, passent dans la séve, la raniment, pour ainsi dire ; et le noyer ne tarde guère à produire de très-belles noix, et en assez grande quantité.

On ne répétera pas ici qu'on ranime un arbre fruitier, déja vieux et languissant, en l'émondant dans la saison convenable, et en enterrant le cadavre d'un animal, vers son pied ; ce moyen est connu de tout le monde ; celui que nous venons d'indiquer, l'est beaucoup moins, quoiqu'il soit très digne d'être pratiqué.

La végétation des plantes, suivant un physicien moderne, tient à d'autres causes, qu'à celles qu'on assigne communément à cette opération de la nature : ce n'est pas, dit-il, comme on l'a imaginé, par la seule vertu de leur racine, qu'elles attirent avec la séve, et qu'elles s'approprient dans la terre les principes nutritifs, les sucs élémentaires qui leur sont propres ; ce n'est pas une prétendue fermentation que rien ne peut exciter, qui meut, qui divise ces principes, et qui les dispose à être attirés et reçus par les racines ; enfin, ce n'est pas, en passant des racines dans les filières multipliées de la plante, que la séve acquiert

les qualités et la propriété nutritives, par des élaborations nouvelles qui varient les usages et qui les adaptent aux parties diverses de la tige, des branches, des boutons, des feuilles, etc.; de semblables hypothèses, ajoutent-ils, un mécanisme si compliqué, n'annoncent pas la majestueuse simplicité de la nature: en effet, si l'on excepte ces grands ateliers souterrains, où elle entretient par le choc et la fermentation des principes, les feux souvent terribles, qui décomposent ou dévorent les mixtes qu'elle a formés pour en reproduire de nouveaux, et les autres ateliers, où, dans un silence également sublime, elle combine les élémens des métaux, des marbres, de tous les fossiles; par tout ailleurs, à la surface de la terre, les principes restent dans un état d'inertie, jusqu'à ce que, élevés dans l'air et par l'air, ils y sont divisés, atténués et assimilés aux organes de tous les végétaux, de toutes les plantes, disposés et préparés à les recevoir. Ainsi, chaque plante, ayant, par la nature de ses vaisseaux, sa vertu particulière attractive, et par ses organes extérieurs, la faculté de recevoir les principes qui lui sont portés par l'air; c'est en nageant, pour ainsi dire, dans ce fluide, continuellement chargé de tous les principes qu'elle absorbe par ses feuilles, qu'elle retient ceux qui lui sont analogues: ce fluide, cédant également à toutes les impressions de la chaleur qui le dilate, et du froid qui le condense, reçoit de ces seuls agens

naturels son mouvement alternatif de fluctuation, sa force expansive et élastique, par laquelle s'opère le développement des organes extérieurs, et par ceux-ci, la nutrition, l'accroissement des plantes, et tous les phénomènes de la végétation : ainsi, la séve n'est que le véhicule, l'agent aggregatif des principes de leur nutrition ; la même séve est portée à la greffe, comme au sauvageon ; elle y produit, par les mêmes causes, les mêmes effets, le même développement ; mais la nature des principes absorbés par les feuilles, en modifie les productions ; elle donne au fruit du rameau greffé, sa saveur douce et sucrée ; à celui du sauvageon sa qualité âcre ; c'est par l'action de ce véhicule, c'est en raison du développement progressif des organes extérieurs, et de la multiplication des feuilles, que les plantes prospèrent ou dépérissent.

La physique a pour bâse l'expérience et l'observation ; pour faire des expériences utiles, on a été obligé de se procurer des instrumens inconnus aux anciens ; ceux-ci, n'ayant point de télescope, ignoroient si Saturne et Jupiter ont des satellites ; le défaut de baromètres les empêchoit de reconnoître les effets de la pression de l'air : on se tromperoit cependant, si l'on pensoit qu'on peut apprendre la physique, en voyant faire des expériences ; car, les machines dont on fait usage, sont plus ou moins imparfaites, et donnent souvent des résultats apparens, bien différens de ce qu'ils sont dans

la réalité. D'ailleurs, quelle connoissance pourroient donner les instrumens et les expériences, relativement à la nature des parties élémentaires des corps ? Envain les chimistes tenteroient d'analyser les particules, par exemple, du feu; ces substances échappent, par leur petitesse, aux efforts des agens naturels ; d'un autre côté, lorsque les distances sont trop grandes, ou trop petites, la méthode des physiciens, purement expérimentateurs, ne peut plus être d'aucune utilité ; jamais l'expérience ne fera connoître la loi que suivent les forces physiques des corps, la manière dont s'attirent, ou se repoussent leurs parties insensibles, dans les distances inassignables : c'est cependant cette connoissance préliminaire qui, seule, peut être le fondement de la vraie physique (1).

Néanmoins, ceux qui ne savent que faire des expériences, rejètent quelquefois les vérités les plus évidentes, lorsqu'ils ne peuvent les prouver par leurs instrumens; tout ce qu'on établit par les raisonnemens les plus subtils, leur demeure suspect, s'ils ne le voient de leurs yeux, ou s'ils ne le touchent de leur main; on remarque encore ce défaut dans les chimistes et les anatomistes ; tout ce que les premiers ne peuvent fondre dans leur creuset, et les au-

(1) Ne connoissant pas bien la masse de la planète *Herschell*, savons-nous si elle ne contredit pas la loi de Képler, et le système de Newton ?

tres disséquer avec leur scalpel, ne fait aucune impression sur eux : nous sommes assurément bien loin de prétendre que tous les chimistes, tous les anatomistes, tous les physiciens expérimentateurs, donnent dans un travers si ridicule ; il en est un grand nombre, qui, doués d'un génie supérieur, tâchent de découvrir, par leurs méditations sublimes, les lois de la nature, que l'expérience ne sauroit faire connoître.

Il ne nous reste qu'une remarque à faire, et qui est relative au supplément que nous allons donner ici, c'est que nous n'y traiterons, parmi tous les objets qu'embrasse la physique, que ceux où nous aurons quelque chose à ajouter à ce qui a été précédemment dit dans le cours de cette collection.

Hydrostatique.

On appèle *fluides*, tous les corps dont les parties très-mobiles cèdent à une force très-petite, et qui ne tombe pas même sous nos sens ; leurs parties sont insensibles ; on ne peut les voir, ni les toucher séparément. La farine n'est pas un fluide, parce qu'en la pressant entre les doigts, on sent ses particules. Les fluides humides, tels que l'eau, ont la propriété de mouiller les corps ; mais les métaux fondus forment des fluides non humides : on donne le nom de *liquide* aux fluides qui se mettent de niveau, c'est-à-dire, dont toutes les parties de la surface sont également éloignées du centre de la terre, lorsque rien ne s'y oppose : la flamme,

la fumée, tendent à se dilater dans l'air, et non à se mettre de niveau ; ce qui prouve que tous les corps liquides et humides sont fluides, quoique tous les fluides ne soient pas humides, ni liquides, du moins dans notre atmosphère.

Les observations qu'on a faites, avec le microscope, prouvent que les parties du mercure, du lait, des huiles, de la fumée de charbon, des vapeurs, etc. sont globuleuses ; et l'on distingue dans le sang de l'homme, et dans celui des poissons, des globules rouges d'une figure lenticulaire ; d'où plusieurs physiciens ont conclu que les parties élémentaires des fluides sont sphéroïdales ; que la fluidité dépend de cette figure ; en sorte que les corps sont d'autant plus fluides, que leurs particules sont plus rondes : d'autres physiciens, considérant que l'interposition du feu entre les parties des métaux, leur communique la fluidité, ont avancé que cette propriété dépend d'un fluide igné, qui tient séparées les molécules des fluides ; plusieurs assurent que la matière subtile, qu'ils appèlent *æther*, agite les particules de certains corps, leur communique un mouvement en tout sens, et les rend fluides ; mais ils ne disent pas d'où vient la fluidité de cette matière subtile, dont l'existence n'est nullement démontrée ; d'ailleurs, en jetant de la poussière dans une eau tranquille, on n'y remarque pas le moindre mouvement.

Théorie des forces physiques.

La *loi de continuité*, étant, pour ainsi dire, le fondement de la théorie des forces physiques, il est très-à-propos d'en dire ici quelque chose. *Cette loi*, dans le sens que nous l'entendons, *consiste en ce que chaque quantité, qui, d'une grandeur, passe à une autre grandeur, doit passer par toutes les grandeurs intermédiaires du même genre.* Le mouvement des corps s'exécute dans des lignes continues, et non interrompues ; les disques de la lune et du soleil montent sur l'horizon, et descendent au-dessous, non par un saut, mais par un mouvement continu ; le jour vient peu-à-peu par l'aurore ; et la nuit est précédée du crépuscule, c'est-à-dire, d'une lumière, qui diminue peu-à-peu, en passant par tous les degrés intermédiaires entre le jour et la nuit. Les mouvemens, qui dépendent de la cause de la gravité, de l'élasticité, de la force magnétique, observent la loi de continuité, comme les forces qui les produisent ; la force de la gravité, dans les distances un peu grandes, diminue à-peu-près, comme le carré de la distance augmente, ainsi qu'on peut le conclure des observations astronomiques.

La force de l'aimant dépend des distances par une loi continue, qui n'est jamais interrompue ; la force du ressort dans les lames élastiques dépend de l'inflexion ; et dans l'air

le ressort augmente selon une certaine loi continue, à proportion que les parties se rapprochent davantage, dans les mouvemens naturels, les changemens de direction se font peu-à-peu, et il n'y a aucun angle rigoureux dans les corps ; mais leurs pointes présentent une courbure qu'on apperçoit par le moyen du microscope ; cette courbure se trouve dans les angles des bords des rivières, dans les feuilles des arbres, dans les branches, les pointes des cristaux que forment les sels, etc.

Dans ce genre de quantités dans lesquelles il ne sauroit y avoir deux grandeurs ensemble, on voit plus clairement qu'il n'y a pas non plus de saut d'une grandeur à l'autre ; sans cela, dans l'instant que le saut devroit se faire, et la suite être interrompue par une accession instantanée, il devroit y avoir deux grandeurs différentes, dont l'une fut la dernière de la série précédente, et l'autre la première de la série suivante. C'est là raison pour laquelle le mouvement ne sauroit se faire que par une ligne continue : en effet, si la ligne du mouvement étoit interrompue en quelque endroit, l'instant où le corps se trouve au premier point de la seconde ligne, seroit antérieur ou postérieur au moment auquel il se trouve dans le dernier point de la ligne antérieure, ou ces deux instans seroient le même : dans les deux premiers cas, il y auroit entre ces deux instans un tems pendant lequel le mobile ne seroit nulle part ; et dans le second cas, il se

trouveroit à-la-fois dans deux lieux différens (1). Si les choses sont ainsi, il est clair que, lorsque un corps va frapper un autre corps en mouvement, le choc doit se faire de manière qu'il n'y ait point de saut dans la communication du mouvement. Nous savons, par les lois du mouvement, qu'un corps sans ressort, qui, avec 16 degrés de vîtesse, va frapper un autre corps égal, aussi sans ressort, mû dans le même sens, avec quatre degrés de vîtesse, doit lui en communiquer 6 degrés; de

---

(1) Dans ses *nouvelles vues sur le mouvement*, un auteur moderne a prétendu que tout se fait par sauts dans la nature; que les planètes se meuvent dans des lignes interrompues, et non continues; que les effets des forces attractives et répulsives, de la force magnétique, etc. sont intermittens. Il tire ces conséquences de l'idée qu'il s'est formée sur la nature du mouvement: selon lui, un corps qui se meut, n'existe que dans quelques points de la ligne qu'il parcourt; et il prétend que le mouvement est une existence de quelque durée dans un petit nombre de points, placés à quelque éloignement l'un de l'autre: ses raisonnemens semblent bâsés sur ce fondement, que l'étendue est composée de points indivisibles, contigus les uns aux autres, et que le tems est aussi composé d'instans indivisibles contigus; mais ces deux assertions sont évidemment fausses; car des points, indivisibles d'espace ou de tems, ne peuvent jamais, par leur assemblage, former une étendue, ni une durée; mais l'étendue dépend de l'intervalle qu'il y a entre deux points non contigus, comme la durée est la distance,

manière qu'après le choc, les deux mobiles doivent avoir chacun dix degrés de vîtesse; mais, selon la loi de continuité, la vîtesse du corps choqué ne peut pas passer de 4 à 10 degrés dans un instant indivisible, et par un saut; il faut donc que, dans le choc, le mouvement ne se communique pas dans un instant, mais peu-à-peu; d'un autre côté, si la surface antérieure du corps choquant, atteignoit avec 16 degrés de vîtesse la surface postérieure du corps choqué, à l'instant du con-

---

ou l'intervalle qui sépare deux instans indivisibles: les points mathématiques qu'on conçoit dans une ligne, sont des *affections de cette ligne*, si l'on peut parler ainsi, et non des parties de cette même ligne, comme les instans mathématiques sont des affections, et non des parties de tems: le mouvement consiste dans le passage d'un point à un autre point, séparé du premier par une étendue que le mobile parcourt dans un tems plus ou moins long, et divisible à l'infini, comme l'étendue; ce n'est pas dans les points mathématiques que se fait le mouvement, mais dans les intervalles qui séparent ces points.

L'auteur moderne, que nous avons cité ci-dessus, demande si c'est par nuances que nous passons de la vie à la mort, qui sont deux états très-positifs et très-différens du plaisir à la douleur, du bien au mal, du vice à la vertu, etc.; mais il n'a pas observé que ce ne sont pas des grandeurs, des quantités du genre de celles dont nous parlons, et qu'il ne s'agit ici que des mouvemens et des vîtesses.

tact mathématique, les surfaces devroient aller avec la même vîtesse, c'est-à-dire, chacune avec 10 degrés de vîtesse, et il se feroit un saut; il paroît donc qu'il n'y a point de vrai *contact mathématique*, mais seulement un *contact physique*, qui consiste en ce que les corps qui se choquent, il y a, à l'instant du contact, un petit espace quoique insensible, entre leurs surfaces; mais, s'il y avoit un contact mathématique, il n'y auroit, dans le moment de ce contact, aucun intervalle entre les corps qui se choquent : ces corps agissent donc les uns sur les autres sans parvenir au contact mathématique; et le seul contact physique a lieu dans la nature. Mais, dira-t-on, comment un corps peut-il agir sur un autre corps, et lui communiquer du mouvement, sans le toucher mathématiquement? C'est ce que nous tâcherons d'expliquer, après avoir développé la nature des forces répulsives et attractives.

Les particules des corps sont adhérentes entr'elles, et s'attirent mutuellement : cette attraction ne dépend pas de l'action de l'air environnant, puisque, dans la machine pneumatique, après avoir fait le vide aussi exactement qu'il est possible, les corps solides ne perdent pas leur fermeté.

Des petites gouttes d'eau, placées sur un plan vernissé, ou sur une feuille de chou, affectent une figure fort ronde; mais elles s'applatissent, si on les place sur un corps plus dense et plus attirant : on remarque que ces

deux gouttes d'eau, et principalement deux petites goutes de mercure, posées sur du papier ou sur un miroir de verre, se portent l'une vers l'autre, pour n'en faire qu'une, aussi-tôt qu'elles se touchent ou qu'elles sont sur le point de se toucher. Plongez en partie un tube de verre fort étroit, de ceux qu'on nomme *capillaires*, dans l'eau d'un vase, cette eau montera dans ce tube beaucoup plus haut que l'eau du vase, étant attirée par la surface interne de ce tube : ce phénomène a également lieu dans le vide de Boyle. Lorsque le diamètre du tube est considérable, la surface intérieure attire également l'eau qui ne monte alors qu'à une petite hauteur, parce que les molécules voisines, auxquelles l'eau qui touche le verre est adhérente, empêchent par leur poids qu'elle ne s'élève à une plus grande hauteur, tandis que, dans les tubes capillaires, cette liqueur s'élève d'autant plus haut que le diamètre du tube est plus petit. Mais, si l'on plonge un tube capillaire dans un vase rempli de mercure, ce liquide ne s'élevera pas jusqu'au niveau, parce qu'il est attiré plus puissamment par le mercure inférieur qui répond à l'orifice du tube, qu'il ne l'est par la matière du tube.

C'est l'attraction qui fait monter l'huile dans le coton d'une lampe ; la même cause fait monter l'eau dans les fils de laine et dans les draps suspendus, dont une extrémité plonge dans l'eau ; et ce phénomène a également lieu dans

le vide de Boyle. Le vin, l'eau, le vinaigre de vin, de bierre, les huiles des plantes tirées par expression, et d'autres liqueurs étant versées séparément dans un vase de verre net et sec, sont attirées par les côtés, et s'élèvent vers eux, leur surface étant concave et plus abaissée vers le milieu : la force avec laquelle les molécules des deux fluides s'attirent, produit ce phénomène que les chimistes appèlent *coagulum ;* de l'esprit d'urine très-subtil, mêlé avec l'alcool, c'est-à-dire, avec de l'esprit-de-vin rectifié au dernier degré, produit subitement un corps solide, semblable à la glace. Personne n'ignore que l'alcool de vin, mêlé avec le blanc d'œuf ou avec la sérosité du sang, forme un coagulum : et cette observation peut nous donner une idée des mauvais effets que produit dans l'économie animale l'usage des liqueurs spiritueuses.

Les physiciens modernes ont reconnu que les corps se repoussent dans certaines distances : les parties des corps, séparées par la fermentation, l'effervescence, la combustion, imitent l'air qui est composé de molécules qui se repoussent. L'eau et les huiles grossières se repoussent mutuellement et ne se mêlent pas, à moins que le principe acide ou le *phlegme* ne commence à dominer dans ces huiles. Certains insectes, par les pieds desquels il transpire une certaine huile, marchent sur l'eau sans s'enfoncer. Les plumes des oiseaux aquatiques repoussent l'eau qui ne les mouille pas.

On sait que les espaces célestes, dans lesquels les comètes et les planètes font leurs révolutions, ne sont qu'un grand vide dans lequel ces astres ne trouvent aucune résistance sensible, quoique les comètes se meuvent du midi au nord, du nord au midi, de l'est à l'ouest, d'occident en orient, et dans toutes sortes de sens; ainsi, l'attraction qui retient les corps célestes dans leurs orbites, n'est pas l'effet de l'impulsion d'un fluide quelconque. Rien n'empêche donc de dire que l'attraction et la répulsion sont l'effet d'une loi immédiate de la nature, par laquelle l'architecte de l'univers a établi que les molécules des corps s'attireroient ou se repousseroient d'une manière dépendante de la distance qu'il y auroit entre elles. Les phènomènes que nous venons de rapporter, un grand nombre d'autres dont nous avons parlé dans le cours de ce recueil, et la loi de continuité qui ne permet pas qu'un corps, qui va en choquer un autre, arrive jusqu'à lui avec toute sa vîtesse, et qu'il y ait un contact mathématique, prouvent suffisamment que les corps agissent les uns sur les autres, qu'ils s'attirent ou se repoussent sans se toucher mathématiquement. L'Être suprême a donc voulu, qu'à cette distance, une particule de matière en attirât une semblable, et qu'à une distance différente, il y eût une répulsion au lieu d'une attraction. Cependant tous les phénomènes que nous avons rapportés, n'empêchent pas que plusieurs physiciens

ne rejètent, les uns la répulsion seulement, les autres la répulsion et l'attraction; mais leurs raisons sont si foibles, qu'elles ne sauroient faire aucune impression sur les lecteurs qui, s'élevant au-dessus des préjugés, refusent d'admettre les systêmes que la raison et l'expérience désaprouvent.

De la loi selon laquelle les corps se repoussent et s'attirent.

Les limites de cohésion peuvent être plus ou moins fortes, selon qu'une courbe rencontre son axe sous un angle plus ou moins approchant de 90 degrés, c'est-à-dire, plus ou moins perpendiculairement (1): de même les aires répulsives et attractives (c'est-à-dire, les espaces compris entre l'axe et les arcs, soit répulsifs, soit attractifs, qui se succèdent alternativement), peuvent être plus ou moins grandes. Mais nous ignorons quel est leur nombre et leur grandeur absolue, qui dépend de la partie correspondante de l'axe, et de la grandeur des ordonnées correspondantes. C'est pourquoi il peut y avoir un très-grand nombre de limites, les unes plus fortes, les autres plus foibles; les unes plus, les autres moins éloignées entre elles. Les parties de l'eau se trouvent

(1) Nous appelons ici *limites des forces*, les points dans lesquels une courbe rencontre son axe.

dans des limites plus fortes ; car, elles résistent à de très-grandes forces qu'on a employées pour les comprimer ; ce qui prouve que les forces répulsives qu'il faudroit vaincre pour diminuer d'une manière un peu sensible la distance naturelle qui se trouve entre les molécules aqueuses, sont fort considérables ; mais, si l'on veut éloigner les mêmes molécules que la force attractive retient les unes près des autres, on n'a pas besoin d'un si grand effort ; à cette force attractive succède encore une force répulsive qui produit la grande force élastique et l'expansion des vapeurs de l'eau ; mais, à cette force répulsive, succède une force attractive qui vient de la gravité ou de l'attraction universelle, qui pousse tous les corps les uns vers les autres, dans les distances un peu considérables.

On se tromperoit grossièrement, si l'on pensoit que la force qui unit les particules des corps, est proportionnelle à leur densité ou à leur pesanteur spécifique ; car, le diamant, qui est le corps le plus dur, et qui est beaucoup moins dense que l'or, est bien plus dur que ce métal.

Des principes que nous avons établis, plusieurs grands physiciens concluent que deux points materiels ne peuvent parvenir à un contact immédiat et mathématique, et que les élémens des corps, ou leurs parties primitives sont simples et indivisibles ; mais d'autres physiciens, en admettant la théorie que nous avons développée, prétendent que les élémens ou les

parties

parties primitives des corps, ont une étendue extrêmement petite, et que les lois de la répulsion n'ont lieu qu'entre ces élémens, mais non pas entre les particules de l'assemblage desquelles résultent ces mêmes élémens; en sorte qu'entre les particules de ces élémens, il y a seulement des forces attractives, et non des forces répulsives. Il est vrai, qu'en supposant qu'une particule, située au milieu d'un élément, fût anéantie, les autres particules se rapprocheroient par leurs forces attractives, et se choqueroient de manière que la loi de continuité seroit violée dans le choc: mais on peut répondre, disent-ils, 1°. que cela ne peut se faire naturellement, et qu'il ne s'agit ici que des effets naturels; 2°. que, si l'on suppose que Dieu détruisit la force répulsive, la même loi de continuité seroit violée dans le choc des corps; 3°. que rien n'empêche de dire que Dieu a établi deux espèces de cohésion, l'une entre les élémens des corps, et l'autre bien différente entre les particules de ces élémens.

Convenons cependant, disent les autres, qu'on ne sauroit prouver que les élémens de la matière sont divisibles et étendus, puisqu'il n'existe aucune partie de matière, qu'on la suppose déterminée ou indéterminée, qui exige l'existence d'autres parties hors d'elle: c'est pourquoi, ajoutent-ils, rien n'empêche de dire que les élémens des corps ne se tou-

chent pas ; qu'ils sont simples (1), placés à certaines distances les uns des autres, retenus par des forces attractives qui les empêchent de s'éloigner, tandis que les forces répulsives les empêchent de s'approcher. L'Être suprême a voulu que les corps fussent déterminés à s'approcher ou à s'éloigner les uns des autres, selon qu'ils se trouveroient dans telle ou telle distance : ces déterminations sont les effets de la loi des forces attractives et répulsives, que les corps exercent les uns sur les autres : de plus, il faut convenir qu'on ne comprend nullement comment un corps pourroit communiquer du mouvement à un autre corps, par un contact immédiat et mathématique, et comment, par un tel contact, le mouvement du corps choquant (lequel n'est qu'une modification de ce corps), pût passer dans le corps choqué, et devenir modification de ce corps choqué.

---

(1) On peut, en quelque façon, se former l'idée d'un point simple, en concevant qu'on ait divisé une table en deux parties ; car, en rapprochant les deux parties, la ligne, selon laquelle la table a été divisée, n'aura aucune largeur ; et si l'on conçoit une autre division transversale, ou selon la largeur de la table, la nouvelle ligne qui en résultera, en rapprochant les parties divisées, n'aura non plus aucune largeur ; et il est évident que l'endroit où les deux divisions, dont nous venons de parler, se rencontreront, n'aura ni longueur, ni largeur, et pourra être conçu comme un point indivisible.

Vainement on objecteroit que, dans la théorie des forces dont il est ici question, on admet le saut que nous voulons éviter, et que le passage de l'attraction à la répulsion se fait par un saut : ceux qui feroient une telle objection, disent les physiciens qui admettent cette théorie, ne comprendroient nullement la loi de continuité dont on a parlé ci-dessus. Le saut qu'on veut éviter, consiste en ce qu'on passeroit d'une grandeur à l'autre, sans passer par les quantités intermédiaires ; mais cela n'arrive pas dans la théorie dont il est ici question, selon laquelle, en prenant une force répulsive, si petite que l'on voudra, et une force attractive quelconque déterminée, il y a toujours entr'elles toutes les forces répulsives moindres jusqu'à zéro, où l'on a une détermination à conserver l'état précédent de repos, ou de mouvement uniforme en ligne droite ; et ensuite depuis zéro jusqu'à la force attractive déterminée dont on vient de parler, succèdent des forces attractives intermédiaires. C'est ainsi qu'on va d'une force répulsive à une force attractive, en passant par les forces répulsives intermédiaires qui se trouvent entre la première et l'endroit où la force répulsive est zéro, jusqu'à ce qu'on rencontre des forces attractives intermédiaires, qui empêchent le saut dont il est parlé dans l'objection. On ne peut pas dire non plus, qu'on passe du dernier degré de répulsion au premier d'attraction immédiatement, et par un saut ; car, on passe par un degré intermédiaire zéro, dans

lequel il n'y a ni attraction ni répulsion. Mais on peut demander s'il y a un degré d'attraction premier ou dernier ? s'il y a une ordonnée, si petite qu'elle soit, qui soit la première ou la dernière, ou la plus petite d'un arc répulsif ? Étant donnée une force répulsive, si petite qu'elle soit, ajoutent les physiciens dont nous venons de parler, étant donnée une ordonnée si petite qu'on voudra, il y en a toujours de plus petites à l'infini, sans aucune dernière : ainsi, celui qui se représente un dernier et un premier terme dans la grandeur des lignes, dans la force, dans la vîtesse, celui-là ne comprend nullement en quoi consiste la loi de continuité, dont on a parlé ci-dessus.

Application des forces attractives et répulsives à quelques phénomènes.

Il est facile, dans cette théorie, d'expliquer l'impénétrabilité naturelle des corps : en effet, puisque, dans les distances fort petites, les forces répulsives augmentent, de manière qu'elles sont capables d'éteindre un mouvement quelconque, aucune force finie ne peut faire évanouir la distance qu'il y a entre deux points matériels ; ce qui seroit cependant nécessaire pour la pénétration : la seule puissance divine qui peut exercer une force infinie, peut aussi produire cet effet. S'il n'y avoit point de forces répulsives dans la nature, une masse quelconque passeroit librement à travers une autre

masse ; car, le nombre des points de l'espace sensible, occupé par l'une quelconque de ces masses, étant infiniment plus grand que celui des points de ces masses, il est infiniment plus probable qu'aucun des points de l'une des masses ne rencontreroit un des points de l'autre masse, qu'il ne l'est que cette rencontre auroit lieu ; et cela arriveroit par conséquent sans aucune vraie pénétration ; mais les forces répulsives empêchent cet effet. Si nous concevons un solide, composé de différentes surfaces mises les unes au-dessus des autres, de manière que les points qui composent ces surfaces, soient dans des limites très-fortes de cohésion ; et qu'il en soit de même relativement aux points de ces mêmes surfaces, considérées les unes par rapport aux autres, en sorte que les points de la surface supérieure soient tellement situés, par rapport aux points correspondans de la surface suivante, qu'on ne puisse ni les éloigner ni les rapprocher, sans de très-grandes forces; ces surfaces, quoique distantes les unes des autres, formeront un corps physique très-solide et très-difficile à rompre.

Les principes précédens servent encore à expliquer pourquoi la forme des herbes et des feuilles des plantes brûlées, reste intacte dans les cendres : les parties grasses et huileuses s'envolent sans déranger leurs fibrilles ; la nouvelle force excitée par l'action du feu, produit une très-grande vîtesse, qui empêche tout autre effet entre les cendres et les parties huileuses.

qui se dissipent en passant librement entre les parties de la cendre. Cette forme de la plante, après la combustion, est sur-tout bien remarquable dans le romarin qu'on fait brûler sur une pelle de fer; car, si l'on observe avec un microscope une de ces feuilles immobiles, on y découvre tous les linéamens, comme si elle n'étoit pas brûlée; ce qui fournit une preuve très-forte, en faveur de ceux qui soutiennent que les particules des corps ne se touchent pas; car, comment accorder un si grand repos dans les parties des cendres, avec les mouvemens violens et troublés des parties huileuses et combustibles, si toutes ces parties se touchent, et si tout mouvement se communique par un contact immédiat et mathématique?

Les parties des cendres étant privées des molécules huileuses qui les unissoient et leur donnoient de la solidité, se dissipent facilement; mais elles produisent de nouveau un corps solide, quand on les imbibe de nouvelle huile. Les os des animaux deviennent friables, lorsqu'on les expose pendant un certain tems dans la *machine de Papin*, (qui n'est autre chose qu'une espèce de marmite forte de cuivre, qu'on ferme exactement avec un couvercle épais de cette matière, après l'avoir remplie en partie d'eau; et qu'on expose ensuite à l'action du feu), et acquièrent de la consistance, si on les plonge dans la graisse fondue.

Sur l'attraction de cohésion.

Nous avons distingué deux sortes d'attraction; 1°. l'attraction de gravitation, par laquelle un corps agit sur un autre qui en est éloigné, et le fait graviter vers lui; 2°. l'attraction de cohésion, qui ne se trouve que dans de petites particules de matière, et dont nous allons dire ici les principales propriétés :

1°. Cette force est la plus grande qui soit possible, quand les particules sont en contact, ou se touchent les unes les autres;

2°. Dans les particules homogènes, plus la surface du contact est grande, plus cette puissance a de force;

3°. La sphère de cette attraction n'est plus considérable, lorsque les particules sont à quelque distance sensible;

4°. Cette puissance décroît à-peu-près comme les cubes des distances croissent, et non pas comme leurs carrés, comme il arrive dans l'autre sorte d'attraction;

5°. Cette puissance est proportionnelle à la quantité de matières que contiennent les particules;

6°. Plus la distance est petite, plus cette puissance a de force; et elle en a beaucoup à peu de distance;

7°. La particule la plus dense, dont la surface de contact est la plus large, a la plus grande attraction de cohésion;

8°. Dans les particules de même espèce, ou d'une égale densité, l'attraction est plus forte entre les petites particules qu'entre les grandes, parce que celles-ci ont plus de surface que celles-là, principalement si elles sont de forme sphérique;

C'est de cette propriété de la matière que résultent beaucoup de phénomènes curieux et surprenans, qu'on explique facilement avec ce principe, comme :

1°. La cohésion forte des particules qui composent les corps durs et solides; car, sans cette puissance, on réduiroit en un instant le diamant le plus dur en une poudre impalpable;

2°. La cohésion prodigieuse des surfaces polies, comme des verres, des pierres, des métaux, etc.: ainsi, deux balles de plomb, polies avec un canif tranchant, de manière à en ôter un segment d'environ $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, étant pressées fortement l'une contre l'autre, et un peu en tournant, s'attachent si fort l'une à l'autre, qu'il faudroit quelquefois un poids de 100 livres pour les séparer : il est visible que ce n'est pas l'air qui cause ce phénomène; car elles ne se séparent pas dans un récipient qui a pompé l'air;

3°. C'est par cette puissance que les liqueurs s'insinuent dans la substance du pain, du sucre, d'une éponge, et de tous les autres corps poreux;

4°. C'est aussi par cette attraction, que les

liqueurs s'élèvent sur les côtés des vases qui les contiennent, et sur la surface des corps qui y surnagent, un peu au-dessus de leur niveau ;

5°. C'est aussi par le moyen de ce principe, et non par aucun autre, que nous pouvons expliquer l'ascension des liqueurs dans les tuyaux capillaires, jusqu'à une hauteur si considérable au-dessus de la surface de la liqueur dans laquelle ils sont placés ; ascension qui contredit les règles de l'hidraulique : les hauteurs auxquelles l'eau monte dans différens tuyaux, sont réciproquement comme les diamètres des calibres de ces tuyaux ; et les quantités d'eau attirée sont directement comme ces diamètres ;

6°. Si les particules de matière de différentes densités qui ont des surfaces différentes, et par conséquent dont la puissance attractive est différente, sont mêlées ensemble, elles s'attireront, s'agiteront, et se remueront nécessairement les unes les autres en différens sens, et avec des vîtesses incroyables dans tous les cas : c'est de-là que naissent les fermentations, ébullitions, effervescences, fusions, dissolutions, crystallisations, et autres effets semblables, dont l'usage est connu en chimie ;

7°. Mais parmi les petites particules de matière, il y a non-seulement un pouvoir attractif, mais encore une force répulsive qui les force à s'éloigner, et à se fuir les unes les autres; cette puissance se nomme répulsion ;

8°. La répulsion commence où l'attraction finit, et s'accroît comme la distance des particules décroît;

9°. Les particules attirées le plus fortement dans la sphère de l'attraction, sont celles qui sont repoussées avec le plus de force, quand elles en sont sorties;

10°. C'est du grand degré de cette puissance répulsive, qui se trouve dans l'huile, la graisse, etc. que vient la grande difficulté qu'il y a de mêler ces corps avec de l'eau, de façon à faire toucher et attacher ces parties ensemble;

11°. Cette puissance est petite entre le verre et l'eau, plus grande entre le verre et le vif-argent, forte entre le vif-argent et le cuivre, plus forte entre le vif-argent et l'acier poli; mais beaucoup plus foible entre le vif-argent et l'or;

12°. C'est en suivant ce principe qu'une aiguille sèche nage sur l'eau, et que les mouches, etc. se promènent et courent sur l'eau, sans mouiller leurs pieds;

13°. L'électricité consiste dans une attraction et une répulsion, à-peu-près de même nature que celle dont nous venons de parler.

De l'Aérologie en général, ou de la théorie de l'air, de ses propriétés, et de ses effets.

Le mot aérologie est composé du mot grec Αηρ air, et d'un autre mot grec λογος discours. L'air est une substance fluide, invisible, qui

environne la terre de tous côtés, qui contient les vapeurs, les nuages, et autres météores, et que respirent tous les corps vivans. Tout le corps de l'air se nomme atmosphère : ce mot vient du grec ἀτμος vapeur, et σφαιρα sphère; c'est-à-dire, un corps rond, composé de vapeurs.

Les principales propriétés de l'air sont : 1°. qu'il est fluide, et cependant ne peut pas être congelé, comme l'eau; 2°. il est transparent jusqu'au point d'être invisible ; 3°. il peut être raréfié et condensé ; 4°. il a une force, ou puissance élastique ; 5°. il a de la gravité ou de la pesanteur ; 6°. il a des bornes ou des limites, et par conséquent n'est point infini ; 7°. il est nécessaire à la vie, au son, à la lumière, etc.

Conformément à notre plan, nous n'allons donner que les détails que nous avons précédemment omis. Puisque l'air, ainsi que nous l'avons prouvé ci-devant, est comprimé par le poids de l'atmosphère, et que la densité de l'air est proportionnée à la force qui le comprime, il résulte, par le calcul, qu'à environ 7 milles au-dessus de la terre, l'air est quatre fois plus rare que sur la terre.

Nous allons parler ici de ce petit miracle de la nature (comme l'appèle Rohault), la larme de Prusse, ou d'Hollande, qu'on nomme quelquefois la goutte du prince Rupert, et communément la larme Batavique. Voyez-en la forme dans la figure 2, n°. 13 de l'Atlas ;

voici la manière de la faire : prenez, avec un tube, de la matière de verre fondue; laissez-en tomber des gouttes toutes rouges dans un sceau d'eau; la larme prend sa forme d'elle-même, et est solide par-tout, si ce n'est qu'on y apperçoit, presque toujours, quelques bubes d'air.

Le nœud des philosophes, ou ce qui leur donne plus de peine à expliquer, c'est que la partie la plus grosse, ou la tête de la larme A, résistera à des coups de marteau sans se briser; et cependant, si on rompt le petit bout de sa queue à l'endroit B, toute la larme se brisera avec éclat, se réduira en poussière, et causera une douleur considérable aux doigts qui la briseront.

Il y a plusieurs circonstances qui rendent la larme incapable de cette propriété surprenante; car, 1°. si on fait refroidir la larme dans l'air, elle ne se brisera plus; 2°. celles qui sont recuites ne se brisent point; 3°. si on les broie sur une meule, elles ne produiront rien d'extraordinaire; au contraire, si on en met une dans une machine pneumatique, et qu'on l'y brise, l'effet en sera si considérable, qu'elle produira de la lumière.

Il y a des gens qui prétendent que cet effet de la larme est causé par un air subtil, renfermé dans le corps de la larme, qui, passant subitement dans les pores ouverts de la queue brisée, s'échappe avec rapidité par mille petites cellules, qui vont, en s'étrécissant, du milieu,

vers les extrémités, et que l'irruption de l'air écarte avec violence, par son élasticité et son mouvement accéléré.

Le docteur Clarke dit que, comme le verre est une substance élastique, il est probable que la larme se brise à-peu-près de la même manière qu'un arc d'acier se met quelquefois en pièces, quand il est lâché subitement, c'est-à-dire, avec trop de vîtesse, ou de force de ce mouvement qui naît de l'attraction mutuelle de ses parties; car ses parties, qui vont du centre à la circonférence, paroissent être autant d'arcs bandés; et c'est peut-être à cause de cela, qu'après qu'elle est brisée en petits morceaux, ses fêlures sont disposées comme autant de rayons tirés de l'axe à la superficie, ainsi que M. Hooke l'a remarqué dans une larme de verre couverte de glue.

Le phénomène de ces petits hommes d'émail, qui montent et descendent dans un bocal de verre plein d'eau, comme AB, (figure 2, n°. 13 de l'Atlas,) dès qu'on le leur commande, et que le vulgaire regarde comme une espèce de magie, est l'effet de l'élasticité ou ressort de l'air. Car ces petits hommes étant creux, sont par conséquent plus légers que l'eau, et doivent surnager; mais, comme ils ont un petit trou à un pied, et qu'il y a une vessie attachée au sommet du bocal en C, si l'on presse la vessie avec les doigts, l'air renfermé pressera également par son ressort l'eau qui entrera et comprimera l'air dans les petits hommes, et

par ce moyen les rendra plus pesans ; si on leur donne par cet artifice un degré de pesanteur égal à celle de l'eau, ils resteront dans leur place ; mais, si on les rend plus pesans, en pressant plus fort la vessie, ils descendront ; lorsqu'on ôte les doigts de dessus la vessie, ou qu'on diminue la pression, le ressort de l'air renfermé et comprimé fait sortir l'eau du corps de ces petits hommes, qui, devenus plus légers, remontent en haut.

C'est à la pesanteur, à la pression de l'air qu'il faut attribuer les effets des pompes, des siphons, ainsi que nous l'avons ci-devant observé ; c'est également par la pression de l'air, que l'eau qui est dans les réservoirs, est forcée dans les canaux, et par ce moyen, conduite dans les maisons, fontaines, et autres endroits qui sont au-dessous du niveau horizontal de la surface d'eau qui est dans le réservoir, à quelque distance que ce soit.

Le feu raréfiant et atténuant l'air dans les cheminées, le fait monter le long du tuyau, tandis que l'air qui est dans la chambre, forcé par la pression de l'atmosphère d'en prendre la place, s'insinue dans la cheminée comme un torrent perpétuel, fait brûler le feu avec violence dans les étuves, et chasse la fumée dans l'air supérieur par le haut de la cheminée.

Les soufflets, dont l'usage est si commun, n'agissent pas par d'autre principe que par la pression de l'air ; car la partie supérieure étant élevée, élève la colonne d'air qui pose sur la

partie inférieure ou le fond, et par ce moyen y formant un vide, l'air s'insinue par les trous qui sont à la partie inférieure; et, lorsqu'on le comprime en baissant la partie supérieure, il fait fermer les soupapes, et est chassé avec beaucoup de vîtesse et de force à travers le tuyau de fer qui est au bout des soufflets.

L'effet le plus important de la pesanteur de l'air, est d'être l'instrument immédiat de la vie, l'inspiration et l'expiration dans les animaux; car, dans la dilatation du thorax, l'air est forcé, par la pression de l'atmosphère, d'entrer dans la cavité des poumons; c'est ce qu'on appèle inspirer ou respirer : mais, lorsque les muscles se contractent, l'air en est chassé; c'est ce qu'on appèle expirer; et cette action alternative des poumons se fait par la pression de l'air, et est absolument nécessaire à la vie.

Du Son.

Quand on tire du canon, ceux qui en sont éloignés de 1730 toises, n'entendent le bruit que dix secondes après avoir vu le feu : nos lecteurs auront sans doute remarqué que le bruit du tonnerre ne parvient à nos oreilles que quelque tems après qu'on a apperçu l'éclair; et c'est par-là qu'on peut juger à quelle distance de nous se trouve l'endroit où le tonnerre est engendré : car l'expérience nous apprend que le son parcourt environ 173 toises dans une seconde; c'est pourquoi, si nous observons

qu'il s'écoule dix secondes entre l'éclair et le tonnerre, nous pouvons assurer que le siége du tonnerre est éloigné d'environ dix fois 173 toises : cette belle propriété nous mène à la question : En quoi le son consiste ? si sa nature est semblable à celle de l'odeur, ou si le son est répandu de la même manière du corps sonore, qu'une fleur répand son odeur en remplissant l'air de subtiles exhalaisons, propres à affecter les sens de notre odorat ? On peut avoir eu cette pensée dans l'antiquité ; mais à présent nous sommes bien sûrs que, lorsqu'une cloche est frappée, il n'en sort rien du tout qui soit transporté dans nos oreilles, ou bien que tout corps qui sonne, ne perd rien de sa substance. On n'a qu'à regarder une cloche, lorsqu'elle est frappée, ou une corde, lorsqu'elle est pincée, pour s'appercevoir que le corps se trouve alors dans un tremblement ou ébranlement dont toutes les parties sont agitées; et tout corps, qui est susceptible d'un tel ébranlement dans ses parties, produit aussi un son : dans une corde, lorsqu'elle n'est pas trop pincée, on peut voir ces ébranlemens ou vibrations ; ensuite, il faut observer que ces vibrations mettent l'air voisin dans un semblable ébranlement, qui se communique successivement aux parties plus éloignées, jusqu'à ce qu'elles viennent frapper l'organe de notre oreille : c'est donc l'air qui reçoit de telles vibrations, qui transporte le son jusqu'à notre oreille ; et quand nous entendons le son d'une

corde

corde pincée, nos oreilles en reçoivent autant de coups, que la corde a fait de vibrations en même tems : ainsi, si la corde fait cent vibrations dans une seconde, l'oreille en reçoit aussi cent coups dans une seconde, et la perception de ces coups est ce qu'on nomme un *son*. Lorsque ces coups se suivent également les uns les autres, ou que leurs intervalles sont égaux, le son est régulier, et tel qu'on l'exige dans la musique : mais, quand ces coups se succèdent inégalement, ou que leurs intervalles sont inégaux entre eux, il en résulte un bruit irrégulier, tout-à-fait impropre pour la musique. Quand nous considérons un peu plus soigneusement les sons de musique, dont les vibrations se font également, nous remarquons d'abord que, lorsque les vibrations, ainsi que les coups dont l'oreille est frappée, sont plus ou moins forts, il n'en résulte d'autre différence dans le son, si ce n'est qu'il devient plus ou moins fort ; et c'est la différence que les musiciens indiquent, par les mots *forte* et *piano*. Mais une différence beaucoup plus essentielle est, lorsque les vibrations sont plus ou moins rapides, ou qu'il s'en fait plus ou moins dans une seconde : ainsi, quand une corde achève 100 vibrations dans une seconde, et une autre corde 200 vibrations dans le même tems, leurs sons seront essentiellement différens entre eux ; le premier sera plus *grave* ou plus *bas ;* l'autre plus *aigu*, ou plus *haut*. Voilà donc la véritable différence entre les sons

graves et aigus, sur laquelle roule toute la musique, qui enseigne à mêler des sons qui diffèrent entre eux, par rapport au grave et à l'aigu, mais combinés tellement ensemble, qu'il en résulte une harmonie agréable.

On peut comparer l'organe de la voix à un instrument à corde ; car, l'expérience a démontré que les deux lèvres de la *glotte* (c'est une fente ovale, par où l'air entre dans la trachée-artère, pour se rendre dans les poumons), ne battent point l'une contre l'autre à la manière d'un hanche, mais que chacune d'elles, agitée par l'air qui vient des poumons, résonne comme une corde de violon, sur laquelle on traîne un archet. Le célèbre Ferrein, ayant adapté un soufflet à des trachées fraîches, l'air qu'il fit passer avec violence par la glotte, rendit des sons ; et ses conjectures se changèrent en vérités évidentes.

Le son, considéré dans le milieu qui le transmet, consistant en une espèce de mouvement de vibration excité dans un fluide très-élastique, ou dans l'air, on sent aisément qu'il peut être réfléchi par les corps qu'il rencontre, et revenir à l'endroit d'où il est parti. On a donné le nom d'écho au son réfléchi, qu'on peut distinguer du son direct : on connoît des échos qui répètent les uns plus, les autres moins de syllabes ; les murailles parallèles fort élevées, produisent des échos redoublés, comme on l'observoit autrefois dans le château de Simonette, dont Kircher et Misson ont donné la

description ; il y avoit une fenêtre d'où celui qui parloit, entendoit 40 fois ses propres paroles.

De la Terre, des Pierres et des Métaux.

Les anciens avoient remarqué que la terre est un corps fossile, simple, friable, dur, que l'on ne peut volatiliser, et qui n'est dissoluble ni dans l'eau, ni dans l'air, ni dans l'huile, ni dans l'alcool. On doit distinguer principalement deux espèces de terre, l'une *stérile*, l'autre *fertile ;* la seconde contient, dit-on, une matière onctueuse, dissoluble dans l'eau : la première ne renferme rien de semblable. Le fumier, le limon, les végétaux pourris, rendent la terre fertile, parce que ces substances contiennent beaucoup de cette terre onctueuse, qui paroît être composée d'eau, de sel et d'une matière particulière onctueuse.

Les pierres croissent et se forment continuellement dans la terre ; car, les carrières une fois épuisées, se remplissent de nouveau, après un long intervalle de tems : la formation des pierres est due à une espèce de suc pierreux, puisqu'on observe fréquemment des os et des plantes qui se changent en pierres ; ce qui semble exiger que les parties de ces corps soient réduites en chaux, désunies et emportées par un suc pierreux qui transporte une nouvelle matière. On trouve souvent dans les cailloux les plus durs des pierres précieuses et des os ;

on a trouvé à Rome, dans une statue de marbre, quatre instrumens consisérables de fer, dont les anciens se servoient pour tirer les pierres ; ces outils, ayant été abandonnés dans les carrières, le suc pierreux les avoit peu à-peu incrustés.

Le caillou tient le milieu entre les pierres opaques et les transparentes ; et si les pierres une fois formées sont de nouveau pétrifiées, si l'on peut s'exprimer ainsi, elles se changent en cailloux ; aussi trouve-t-on des pierres, qui ne sont cailloux que d'un côté : on trouve encore des cailloux dont les noyaux ne sont pas bien solides ; de la même manière, toutes les terres compactes peuvent se changer en pierres.

Certaines pierres figurées ont la forme de certains os, de certaines plantes, de certains coquillages.

Il est aisé d'imaginer qu'un suc pierreux a pu d'abord se crystalliser autour d'un morceau de buis, d'un os, d'une plante, et former une pierre qui renfermoit ce corps dans son intérieur ; mais cette substance ainsi renfermée, toujours humectée par les nouvelles eaux qui traversoient la pierre, ont pu se dissoudre, se réduire en molécules, assez subtiles pour être entraînées à travers les pores de la pierre qui sera restée caverneuse : c'est là peut-être l'origine de ces pierres creuses qu'on rencontre en tant de lieux, et dont la cavité présente tant de singularités. Bien des gens ignorent qu'on trouve du sel dans les pierres même ; mais en

appliquant sur la langue la poussière, qui tombe des pierres gâtées par l'injure du tems, on la trouve salée. On remarque même que les rochers, sont plus altérés du côté du sud et de l'ouest, parce que l'humidité dissout le sel qui unit les parties de pierres, et leur donne la dureté. Les corroyeurs jètent la chaux pour endurcir et purifier les peaux des bêtes mortes, après qu'elle a servi une fois ; parce que le sel de la chaux, s'étant dissout, et ayant pénétré les peaux, ce qui reste est une espèce de terre inutile. On sait aussi que le sel de l'écorce de bois donne principalement aux cuirs cette fermeté, qui les rend propres aux différens usages auxquels on les destine ; mais le nombre des diverses espèces de sels, qui existent dans la nature, n'est pas encore connu, et ne le sera peut-être jamais.

Certaines pierres sont creuses, à cause d'un air renfermé lors de la formation de ces pierres ; car, la matière lapidifique, ayant été soutenue par cet air, il doit en avoir résulté une cavité remplie d'air ; d'autres pierres sont creuses, par la position des terres, qui ont empêché que la matière distilante n'ait pu se condenser ; ou bien encore, parce que l'eau, renfermée d'abord dans la terre qui a été pétrifiée, s'est évaporée peu-à-peu pendant la pétrification ; c'est de-là que viennent certains cailloux, qu'on trouve creusés en les cassant. Les pierres dures sont celles dans lesquelles l'eau n'a pas manqué dans le tems de leur for-

mation, et qui n'ont pas été déplacées avant d'avoir acquis toute leur dureté. La figure des pierres paroît dépendre de celles du lieu où elles ont été formées ; la transparence de certaines pierres, vient d'un suc lapidifique, transparent, homogène, qui contient une terre pure, dont les parties étoient bien divisées lors de la formation de la pierre, aussi bien que de la pureté du sel renfermé dans la pierre ; car, il n'y a peut-être aucun autre corps dans lequel il n'y ait du sel.

C'est le sel, dit-on, qui donne la saveur à toutes les espèces de fruits et de plantes ; sans lui, on ne sauroit faire du verre ; les écorces des arbres en contiennent beaucoup ; c'est lui qui leur donne la propriété de nétoyer les draps et les étoffes ; c'est par le moyen du sel, que la paille, le foin et le fumier, peuvent améliorer la terre, et la rendre fertile ; les cendres de toutes espèces de bois, d'arbres et arbustes, ne sont bonnes à faire du verre, qu'à cause du sel qu'elles renferment : c'est le sel de l'air, celui du vin, etc. qui, en corrodant le cuivre, le réduit en vert-de-gris.

Il paroît que l'origine des métaux est semblable à celle des pierres, c'est-à-dire, qu'il existe, dans les entrailles de la terre, une espèce de suc métallique, qui, en se filtrant à travers les veines de pierres, forme les métaux parfaits et imparfaits. On trouve souvent des particules métalliques dans les plantes ; elles y ont été transportées avec le suc nour-

ricier ; on trouve même des insectes renfermés dans des minéraux : preuve certaine que ces matières ont été autrefois molles et fluides : on peut dissoudre les matières métalliques, et les rendre volatiles ; pourquoi donc n'y auroit-il pas dans la terre un suc, qui contienne des corpuscules propres à se réunir, et à former les métaux ?

Si jamais les alchimistes ont paru faire de l'or, certainement l'artiste avoit renfermé des petits morceaux d'or, ou de la poudre de ce métal dans les soufflets, dans les charbons, ou dans la spatule, dont il se servoit pour remuer la matière contenue dans le creuset.

Des Plantes.

Nous reviendrons sur tous ces objets, dans la suite de cette collection, aux articles de l'histoire naturelle, qui auront pour titre : de la *botanique*, des *pierres*, des *métaux* et des *demi-métaux*, du *sel*, etc. et dans le second supplément qui va suivre celui-ci ; mais nous avons cru devoir en dire ici deux mots, comme nous l'avons déja fait, avant de traiter de la physique en détail, afin d'imprimer davantage ces connoissances, dans l'esprit de nos lecteurs.

Les botanistes divisent les plantes ou les végétaux en *herbes* et en *arbres*, c'est-à-dire, en plantes d'une consistance peu solide, qui perdent leur tige pendant l'hiver, et en plan-

tes d'une consistance solide, ligneuse, dont les tiges subsistent l'hiver. Les herbes *annuelles* croissent et meurent dans une année ; les *vivaces* perdent leur tige pendant l'hiver, mais subsistent plusieurs années par leurs racines : les arbres se divisent en *arbustes*, en *arbrisseaux*, et en *arbres proprement dits*. Les arbustes ou sous-arbrisseaux, sont des plantes vivaces, qui ont une tige ligneuse, laquelle persiste l'hiver, mais ne s'élève qu'à la hauteur des herbes : les arbrisseaux ont une tige ligneuse et durable, qui s'élève plus que l'arbuste, et moins que l'arbre. Celui-ci est une plante vivace, dont la tige, les branches et les racines sont ligneuses, qui s'élève à une grande hauteur, et qui vit long-tems : cette division des plantes, répond, en quelque manière, aux grandes divisions par lesquelles les naturalistes distinguent les animaux en *quadrupèdes*, *bipèdes*, *oiseaux*, *poissons*, *reptiles*, *insectes*, etc.

Tout le monde sait que la fleur est la partie de la plante, qui renferme les organes de la fructification, qu'on nomme aussi organes ou parties de la génération : elle est composée d'un *calice*, de la *corolle*, de l'*étamine* et du *pistile*. Lorsque la fleur renferme toutes ces parties, elle est complète ; on l'appèle incomplète, lorsqu'elle est dépourvue de quelques-unes d'entre elles. Le calice est un corps évasé à l'extrémité de la queue qui porte la fleur (les botanistes ont donné le nom de *pédoncule* à cette queue), par

l'épanouissement ou le renflement de laquelle il est formé, comme il est facile de le remarquer dans la rose. La corolle est la partie la plus apparente de la fleur, ordinairement colorée, quelquefois odorante, souvent divisée en feuilles, et affectant diverses formes : elle est portée par le calice, avec lequel les jardiniers la confondent quelquefois. Ce que, dans la tulipe, ils nomment calice, eu égard à sa figure, est réellement une corolle ; la tulipe n'a point de calice. La couleur des fleurs dépend principalement de l'organisation primitive de la corolle; néanmoins, en arrosant les plantes avec des sucs colorés, on parvient quelquefois à changer leur couleur : la chaleur, l'air et la lumière concourent aussi à la colorisation des fleurs et des autres parties de la plante (1). Le nectar est cette partie de la corolle destinée à contenir le miel ; il varie beaucoup par sa figure.

Le *pétale* est une production mince, une espèce de feuille ordinairement colorée : dans les fleurs d'une seule pièce, on distingue le *limbe*, ou la partie supérieure, et le *tube*, ou la partie inférieure ; dans les fleurs de plusieurs pièces, on remarque la *feuille*, qui est la partie supérieure, et l'*onglet*, qui est la partie inférieure. La fleur *apétale* n'a point de pétales, mais un

(1) On dit qu'en arrosant avec l'eau de savon, on accélère, pendant l'hiver, la végétation des fleurs qu'on veut faire éclore dans les appartemens.

calice et des étamines, ou un calice et des pistiles, ou des étamines et des pistiles, sans calice.

L'étamine est la partie mâle de la génération; elle est renfermée dans l'intérieur de la corolle ou du calice, si la fleur est apétale; sa forme est ordinairement celle d'un filet surmonté d'un bouton qu'on appèle anthère ou sommet: c'est un petit sac, une capsule, qui a une ou deux cavités, et qui est fixé à la pointe du filet. On le considère comme le véritable organe de la génération; il varie dans sa forme: la poussière fécondante ou génitale est contenue dans l'intérieur du sommet, et s'en échappe lorsque la maturité le fait entr'ouvrir. Le pollen, grossi au microscope, et le jet élastique de la poussière fécondante ou génitale, sont très-curieux à observer: cette poussière, ordinairement jaune, très-apparente dans les sommets des tulipes, est la vraie cire brute que les abeilles recueillent, au moyen des brosses de poils dont leurs cuisses sont couvertes. Après avoir été triturée et préparée dans leur estomac, elle devient la vraie cire, espèce d'huile végétale, rendue concrète par la présence d'un acide que les chimistes en retirent, lorsqu'ils veulent la rendre fluide,

Le pistile est la partie femelle de la fleur; c'est un tuyau destiné à recevoir les poussières des étamines. La figure et l'ouverture de son extrémité supérieure, nommée *stigmate*, varient considérablement; son extrémité infé-

rieure se nomme *stite*. Lorsque la capsule de l'anthère vient à se briser, elle laisse échapper la poussière fécondante qui, en entrant dans le pistil, et se combinant avec le germe ou embryon des semences contenues dans la partie inférieure du pistil, les rend féconds (1).

On doit nommer fleurs *mâles*, celles qui ont une ou plusieurs étamines sans pistil; fleurs *femelles*, celles qui ont un, deux ou plusieurs pistils sans étamines; fleurs *hermaphrodites* ou *androgines*, celles qui renferment en même tems les parties mâles et femelles, c'est-à-dire, les étamines et les pistils.

---

(1) On trouve, dans les commentaires de l'académie électorale palatine, un mémoire du médecin Casimir, sur une espèce de propension des plantes à une vraie copulation, par un mouvement d'irritabilité, qui a quelque analogie avec l'irritabilité animale: on observe ce mouvement des étamines et des pistils, sur-tout dans certaines espèces de jusquiame, de tilleul, de rhue, d'aigremoine, et d'épine-vinette: ce dernier végétal a une propriété très-utile dans les arts; pour teindre les cuirs en vert, on les dégraisse, pour les plonger ensuite dans la décoction de bois d'épine-vinette, qui leur donne une couleur verte-jaune: on s'en sert aussi pour teindre en jaune le fil, la soie, le coton, et le bois de menuiserie. Lorsque les cuirs ont reçu cette teinte jaune, après plusieurs immersions, on les fait sécher, pour les plonger ensuite dans un bain préparé avec l'indigo, dissous dans l'eau, après avoir été préalablement soumis à l'action de l'acide

Les fleurs *stériles* sont celles dont le germe avorte, sans produire des semences fécondes ; ce sont des fleurs *neutres*, *eunuques*, des monstres : de ce nombre est la *fleur-imparfaite*, c'est-à-dire, celle à qui l'on ne trouve ni étamines, ni pistil, quoique destinée à en porter, comme la *rose-gueldre* ; toutes celles enfin qui viennent d'un germe fécondé par la poussière d'une espèce différente. Les jardiniers appèlent les fleurs mâles, *fausses fleurs*, parce qu'elles ne produisent point de fruit ; ils nomment *fleurs nouées*,

---

vitriolique ; mais on cesse les immersions, aussi-tôt qu'on s'apperçoit que les cuirs commencent à prendre une belle teinte verte. La partie colorante de l'épine-vinette, se combinant avec la couleur bleue de l'indigo, produit cette belle couleur, connue sous le nom de *vert-de-saxe*.

Voici une autre invention ; nous voulons dire la composition du vernis jaune anglais, qu'on applique sur les ouvrages de cuivre : quoique cette recette n'ait aucun rapport à notre sujet, nous croyons devoir la rapporter, à cause de son utilité : prenez safran une demi-dragme ; gomme-laque, deux onces ; carabé, succin ou ambre jaune, deux onces ; sang dragon en larmes, quarante grains ; et quarante onces d'esprit-de-vin rectifié ; on fait infuser et digérer le tout à la manière ordinaire, et on le passe ensuite par un linge ; on fait chauffer la pièce avant d'appliquer ce vernis dessus ; de cette manière, elle prend une couleur d'or qu'on nétoie, quand elle est sale, avec un peu d'eau tiède.

celles qui en produisent, qu'elles soient femelles ou hermaphrodites. Certaines mouches en piquant les fleurs dans leur centre, leur font produire une seconde fleur dans ce même lieu ; les engrais, la culture, la nature du sol, et d'autres accidens peuvent produire un semblable phénomène.

On rend une fleur stérile, en la châtrant, s'il est permis de se servir de cette expression : coupez les anthères ou sommets des étamines, avant que la poussière fécondante s'en soit détachée, pour s'introduire dans le pistil et le germe ; la semence sera inféconde, malgré sa maturité, comme l'œuf d'une poule qui n'a pas éprouvé les approches du coq. Si, après avoir coupé les anthères, on fait tomber sur le stigmate, la poussière d'une fleur d'espèce différente, la semence qui en proviendra, produira une plante qui tiendra de l'espèce fécondante ; ce sera un mulet : mais il faut qu'il se trouve entr'elles, comme chez les animaux, une certaine analogie d'organisation. L'expérience de la castration réussit principalement sur le melon, et sur toute autre plante qui, comme lui, porte des fleurs mâles, séparées des femelles. On comprend qu'elle devient plus délicate sur les fleurs hermaphrodites, dont on risque d'altérer, par l'opération, les organes voisins ; mais cette expérience est confirmée par la stérilité des plantes, dans qui le trop grand embonpoint, comme chez les animaux, ôte le pouvoir d'engendrer : telles sont celles dont les étamines,

et quelquefois les pistils, par une surabondante nourriture, dégénèrent en pétales, et forment des fleurs doubles ou pleines.

Il importe d'observer aussi, pour la réussite de l'expérience, que la plante châtrée doit être tellement éloignée de toute autre plante d'espèce semblable, que le vent ne puisse apporter sur la première, la poussière fécondante de la seconde ; ce qui arrive à une grande distance. Dans les jardins, où l'on cultive plusieurs plantes du même genre, et d'espèces différentes, le melange spontané de leurs poussières fécondantes, donne naissance à des plantes bâtardes; variétés si recherchées par les fleuristes. Le chanvre est mâle ou femelle, sur deux pieds différens; mais un seul pied de chanvre suffit à la fécondation d'un champ entier de femelles, en fût il distant de quelques lieues (1).

La *semence* est le rudiment d'une nouvelle plante, qu'elle contient en petit. On remarque plusieurs parties dans la semence ; 1°. des tuniques, ou osseuses, telles qu'en ont les fruits à noyau, etc. ou membraneuses, telles qu'on en voit dans la plupart des autres fruits : toutes sont percées à une de leurs extrémités, pour

---

(1) Les fleurs, qui n'appartiennent pas à la même espèce, dit un naturaliste, ne peuvent être fécondées l'une par l'autre, parce qu'elles ne sont pas disposées à recevoir dans leur pistil la poussière prolifique qui se trouve sur les étamines des fleurs mâles d'une espèce différente.

laisser passer la radicule, comme on peut le remarquer aisément dans les haricots qui commencent à germer; 2°. les feuilles séminales, ou lobes, ou cotyledons, qui contiennent et nourrissent la plantule; 3°. la plantule qui est placée entre les lobes; 4°. la radicule qui est hors des lobes.

Si on laisse quelque tems la semence dans la terre ou dans l'eau, les lobes pénétrés des parties aqueuses, qui sont chargées des sucs nourriciers que la chaleur met en mouvement, s'enflent et se grossissent; l'air, renfermé dans leur substance, en se dilatant, fait éclater l'enveloppe qui tient les deux lobes unis. La radicule se montre; on dit alors que la semence est *germée :* en même tems, les lobes sortent de terre, en s'allongeant un peu, sous la forme de deux feuilles très-différentes de celles que la plante doit porter; on dit que la *graine lève*: en cet état, les lobes prennent le nom de *cotyledons*, ou *feuilles séminales*, c'est-à-dire, premières feuilles produites par la semence; ils travaillent à épurer la séve destinée à nourrir le *fœtus* de la plante. La radicule va bientôt chercher des sucs plus forts dans le sein de la terre; la plantule commence à paroître; mais ses parties augmentées en volume, sont encore roulées et repliées sur elles-mêmes, comme elles l'étoient dans la semence. Les cotyledons, toujours unis à la plantule par deux troncs de vaisseaux, l'accompagnent hors de terre, comme deux mammelles

destinées à allaiter le jeune sujet. Sa force s'accroît, et le développement graduel continue, en raison de la chaleur et des sucs qui l'opèrent.

La radicule n'est pas visible dans toutes les semences comme dans la séve ; celles du cresson sont divisées intérieurement en plus de deux lobes ; celles du bled ne sont point divisées ; mais leurs fonctions sont les mêmes. La plantule et la radicule constituent essentiellement la semence ; les lobes ne leur servent que de berceau ou d'aliment : les étamines et les pistils sont les vrais agens immédiats de la fécondation ; et il est des fleurs sans calice, sans nectar, et même sans pétales. On appèle *péricarpe*, l'enveloppe commune des semences : il y en a de sèches et de charnues ; les enveloppes sèches sont la capsule, la silique, la gousse, le cône ; les enveloppes charnues sont celles des fruits à noyau, les pommes, les bayes, etc.

On a d'abord donné le nom de *capsule* en général à toute enveloppe qui devient sèche par la maturité ; mais ensuite on l'a restreinte pour les fruits qui ont à leur centre ou aux parois même, un placenta auquel sont attachées les semences. Les capsules s'ouvrent en différens sens. Parmi celles qui sont d'une seule pièce, les unes s'ouvrent par le haut, comme la linaire, le mufle de veau, l'oreille de souris, le pavot, etc. ; d'autres par le bas, comme la campanule, par l'abaissement de quelques valvules ; et d'autres enfin, suivant leur

longueur.

longueur. L'ouverture des capsules de plusieurs pièces, se fait aussi différemment; il y en a qui s'ouvrent longitudinalement, comme le lizeron, le tithymale, l'aristoloche, etc. et d'autres transversalement, comme l'amaranthe et le pourpier.

La silique est un fruit composé de deux panneaux séparés par une cloison mitoyenne, à laquelle les semences sont attachées; ces panneaux tombent par la maturité, en se séparant ou de haut en bas ou de bas en haut: ce qui distingue la silique de la capsule et de la gousse, c'est ce qu'on appèle sa cloison mitoyenne; toute la classe des fleurs en croix en fournit l'exemple.

La gousse est proprement le fruit des fleurs légumineuses; elle est formée de deux panneaux nommés *cosses*, qui se séparent par la maturité, et qui ont leurs semences attachées à la suture supérieure.

Le cône ressemble à un sabot à jouer; c'est un assemblage d'espèces d'écailles qui sont posées de façon à laisser un espace dans lequel les graines sont logées.

Les fruits à noyau se distinguent aisément de tous les autres fruits charnus par le noyau qui est à leur centre; les bayes diffèrent des fruits à noyau et des pommes, en ce que leurs graines sont placées çà et là dans la chair ou le parenchyme.

La culture, le climat, l'exposition, l'âge, les maladies, les piquures d'insectes, font va-

rier accidentellement les parties des plantes, et produisent des monstruosités; certaines plantes des pays chauds, cultivées dans des pays froids, donnent du fruit sans produire leurs corolles. La sur abondance d'engrais produit les *fleurs doubles*, c'est-à-dire, des fleurs qui acquièrent un plus grand nombre de pétales que la fleur naturelle de la même espèce. Les plantes qui croissent à l'ombre, filent, s'allongent, ne se colorent pas comme les autres; on les nomme *étiolées*; leur affoiblissement vient principalement de la privation de la lumière: tout le monde sait qu'on blanchit les cardons, en les privant de la lumière.

Les branches du saule, du frêne, etc. s'applatissent de plusieurs manières irrégulières, et se contournent comme une crosse; ce qui peut dépendre de deux bourgeons greffés naturellement l'un dans l'autre avant le développement de la branche. Des insectes, et surtout de petites mouches à tarrière, nommées *cynips*, en déposant leurs œufs sous l'écorce des feuilles et des tiges, occasionnent une extravasion de la séve, d'où résultent des productions étrangères dont les figures sont très-variées; telles sont les *gales* de chêne qui entrent dans la composition de l'encre, celles qui recouvrent le chaton de ses fleurs, les *gales du lierre terrestre*, de certain *hiericium*, du chardon hémorroïdal, du *tremble* et de plusieurs espèces de saule; tels sont ces corps bizarres couverts de filamens verds, jaûnes ou

rougeâtres, appelés *bedeguar*, qu'une mouche du même genre fait naître sur le rosier sauvage; tous ces corps nourrissent des *larves* ou vers sortis des œufs déposés, et produisent des mouches semblables à celles qui les ont pondus: telles sont encore les vessies de l'*orme*, remplies de *pucerons* et d'une liqueur astringente, spécifique, dit-on, pour les blessures; les fausses *roses* d'un petit saule aquatique et les espèces de *cul d'artichaux* du chêne, développement monstrueux d'un bourgeon piqué par une mouche qui y dépose ses œufs, etc.

Parlons maintenant de l'organisation extérieure des plantes; toutes celles de la même espèce ne s'épanouissent pas à la même heure du jour dans les différens climats; plusieurs, après leur développement, s'ouvrent et se ferment à certaines heures de la nuit et du jour. L'immortel *Linné* appèle *solaires* les fleurs qui s'épanouissent et se ferment pendant le jour; il les divise en trois espèces; les *équinoxiales* s'ouvrent et se ferment à une heure fixe; les *tropiques* s'ouvrent le matin et se ferment le soir, plutôt ou plus tard, selon la brièveté ou la longueur du jour; les *météoriques* sont celles dont l'épanouissement est dérangé par la température de l'atmosphère; tel est le *laitron* de *Sibérie*, qui se ferme pendant la nuit, si le lendemain doit être un jour serein: tel est encore le *souci* d'*Afrique*; lorsqu'il n'est pas épanoui à six heures du matin, on est assuré qu'il pleuvra dans la journée; les sucs qui con-

tribuent à son expansion, peuvent être comparés à la liqueur du baromètre.

On a donné le nom de *nutation* à la faculté qu'ont certaines plantes de tourner le disque de leurs fleurs du côté du soleil, en suivant en quelque manière le cours de cet astre; en sorte que leur disque, le matin, regarde l'orient; à midi, le sud; le soir, l'occident: ces sortes de plantes sont appelées *héliotropes*, c'est-à-dire qui tournent avec le soleil. Les épis de bled, qui, par le poids de leurs grains, sont repliés en cou d'oie, inclinent toujours du côté du soleil, jamais au nord. Les observations de *la Hire*, *Halles* et *Bonnet*, établissent que ces mouvemens ne sont point l'effet d'une torsion dans la tige, mais du dessèchement des fibres exposées à l'ardeur du soleil, lesquelles, en se raccourcissant, déterminent la nutation des fleurs et des jeunes tiges; c'est ainsi que l'humidité et la sécheresse développent et contractent alternativement les tiges de la *rose de Jérico*: ce qu'on observe aussi dans la balle de l'*aveine* (1), et dans les battans de la capsule du *bec-de-grue*.

Toutes les plantes ne sont pas douées du mouvement de nutation; il en est même qui n'ont pas la faculté de reprendre leur première situation, lorsqu'on l'a changée : telle est une

---

(1) La balle est composée d'une, deux ou trois espèces d'écailles.

espèce de *moldovique* de Virginie, qu'on nomme *cataleptique ;* de quelque côté qu'on tourne ses fleurs, elles restent disposées comme on les place.

On distingue dans la feuille, la queue et la feuille proprement dite ; la queue se nomme *pétiole*, pour la distinguer du péduncule qui porte les fleurs et les fruits. La feuille proprement dite, est une production mince, ordinairement verte, d'un vert plus foncé que le pétiole, formée par l'expansion des vaisseaux de la queue, parmi lesquels, dans plusieurs espèces, on distingue les vaisseaux propres, par le goût particulier, par l'odeur et la couleur des liqueurs qu'ils renferment : de l'épanouissement des vaisseaux de la queue, naissent plusieurs ramifications qui, se réunissant par quelques-unes de leurs parties, forment un *réseau réticulaire*, dont les mailles sont remplies d'un tissu cellulaire, tendre, nommé *pulme* ou *parenchime :* ainsi, certains petits insectes, qui se nourrissent du parenchime, sans toucher au réseau, découvrent le vrai squelette de la feuille ; le réseau est garni sur-tout à la surface intérieure de la feuille, d'un grand nombre de vaisseaux absorbans, destinés à pomper l'humidité de l'air ; la surface supérieure, tournée du côté du ciel, sert de défense à l'inférieure qui regarde la terre ; et cette disposition est si essentielle à l'économie végétale, que, si l'on renverse une branche, de manière que la partie inférieure

des feuilles soit tournée du côté du ciel, la feuille se retourne d'elle-même en peu de tems, et autant de fois qu'on renversera la branche : les feuilles sont donc des organes utiles et nécessaires ; on a vu périr des arbres qu'on avoit totalement effeuillés.

On appèle *feuilles composées*, celles dont le pétiole est terminé par plusieurs épanouissemens, c'est-à-dire, celles qui sont formées de la réunion de plusieurs feuilles : on donne le nom de *folioles*, aux petites feuilles qui les composent. On a donné le nom de *feuilles florales* ou de *bractées*, à une petite feuille distinguée des autres par sa forme et souvent par sa couleur ; elle ne paroît qu'avec la fleur, et l'accompagne, comme on peut le remarquer dans le tilleul.

Chaque année, les plantes de la même espèce, si l'on en excepte les jeunes arbrisseaux qui sont plus hâtifs que les vieux, poussent dans le même climat leurs feuilles en même tems ; mais la feuillaison se succède dans les différentes espèces, suivant un ordre toujours uniforme entre elles ; d'où le célèbre Linné conclut, qu'après avoir remarqué le tems où il convient de semer au printems les grains qu'on cultive pour les besoins de l'homme, en s'assurant d'une espèce d'arbre qui développe ses feuilles dans le même tems précis, on aura, dans chaque climat, un signe infaillible pour déterminer le tems convenable aux semailles de mars.

On a remarqué depuis longtems que, pendant la nuit, les feuilles de certaines plantes éprouvent des changemens dans leur direction; la même chose arrive lorsque la fraîcheur ou l'humidité du jour répond à celle de la nuit; mais la température de l'air n'est pas la seule cause qui altère la direction des feuilles : on connoît le mouvement de contraction qu'éprouvent quelques plantes, sur-tout la *sensitive*, lorsqu'on leur donne une légère secousse; ce mouvement paroît avoir quelques rapports avec l'irritabilité de certaines parties animales : si l'on donne un coup ou une secousse prompte à l'extrémité de cette plante, le matin surtout, et lorsque le sujet est dans sa vigueur, le pétiole particulier de chaque foliole se contracte; les folioles s'appliquent les unes contre les autres; le pétiole commun, également contracté, se rapproche de la tige; les jeunes rameaux l'embrassent; toute la plante se resserre et se roidit, de manière qu'on romproit quelquefois plutôt ses branches, que de leur rendre sur-le-champ leur direction qu'elles reprennent ensuite d'elles-mêmes. L'irritabilité de la sensitive est telle, que l'exhalaison des liqueurs fortes et volatiles suffit pour faire contracter ses feuilles; il peut aussi y avoir des plantes dont les mouvemens répondent à l'augmentation ou à la diminution de l'électricité atmosphérique, de manière qu'ils paroissent spontanés.

Les folioles de plusieurs espèces de trefle

et de luzerne ne se rejoignent que par leurs sommets, laissant entre elles une cavité qui renferme les jeunes fleurs et les met à l'abri des injures du tems. Les feuilles supérieures de l'*arroche* se rapprochent pendant la nuit, s'unissent perpendiculairement, embrassent la jeune pousse, et ne se déploient que lorsque le soleil a dissipé l'humidité de l'air. L'action influe encore différemment sur ces mêmes feuilles, et sur celles du trefle et de la mauve; elles suivent son cours, à la manière des fleurs héliotropes, en lui présentant toujours la surface extérieure. On voit des plantes dont les folioles, pendant la nuit, s'unissent en-dessous du petiole commun, comme les feuillets d'un livre, en s'appliquant les unes contre les autres, par leur surface inférieure, tandis que la foliole, placée à l'extrémité de la feuille, se replie pour venir toucher les bords des premières folioles; c'est ce que Linné appèle le *sommeil des plantes*. Dans les réglises, les folioles sont pendantes durant la nuit; dans la sensitive, elles s'étendent sur leur pétiole commun, longitudinalement et en recouvrement les unes sur les autres (1).

---

(1) Il y a toute apparence que les fibres des feuilles ne sont pas toutes de la même nature; on peut penser que l'humidité qui raccourcit les cordes de chanvre, en s'insinuant entre leurs parties qu'elle rapproche par sa vertu attractive, ne produit pas

Tout le monde sait que la *racine* est une espèce d'organe doué d'une grande force de succion, et destiné à pomper une partie de la nourriture de la plante ; elle prend son accroissement dans la terre horizontalement, où elle s'enfonce verticalement, excepté dans l'*upata* du Sénégal, dont les racines se replient sur elles-mêmes, en s'élevant à un pied au-dessus du terrein : toutes les racines ne sont pas fixées dans la terre ; quelques-unes, comme celles du *guy*, de l'*hypociste*, de la *cuscute*, etc. sont attachées à d'autres plantes ; le guy aux branches des arbres, l'hypociste aux racines, sur-tout du *ciste* ; la cuscute aux tiges de toutes sortes de plantes, quoiqu'on l'ait nommée

---

le même effet sur les fibres qui répondent aux deux surfaces de la même feuille ; d'ailleurs, les plantes sont pourvues d'espèces de nerfs, qu'on remarque facilement dans plusieurs ; par exemple, dans le plantin ; ces nerfs élastiques peuvent, en se raccourcissant, ou en s'allongeant, faire changer de figure à la feuille. Lorsque les canaux des vaisseaux de la feuille cessent d'être suffisamment gonflés, celle-ci se flétrit, et ne peut plus se soutenir : ces principes suffisent pour expliquer tous les phénomènes que l'humidité et la sécheresse produisent dans les plantes : à l'égard de ceux qui dépendent de l'électricité, qui joue un grand rôle dans la végétation, on les expliquera de la même manière ; car il est aisé de comprendre que la matière électrique, en s'insinuant entre les particules des fibres des plantes, peut les raccourcir plus ou moins, selon l'ar-

épithime, comme si elle ne se trouvoit que sur le thim. Ces plantes se nomment *parasites* : la manière de se fixer n'est pas uniforme ; la semence de la cuscute germe et lève dans la terre ; sa tige s'accroche à la première plante qu'elle rencontre ; elle est garnie de petits mamelons, espèce de suçoirs qui lui servent en même tems à se cramponer et à tirer des sucs nourriciers ; bientôt le pied de la cuscute se dessèche, sa première racine meurt, et la plante continue de vivre aux dépens de celle qui la supporte. Le guy, au contraire, et l'hypociste, lèvent sur l'arbre même, étendent leur racine sous l'écorce, et pénètrent in-

---

rangement et la situation des molécules dont sont composées ces fibres.

Il est des plantes singulières : la fraxinelle, ou le dyctame blanc, est une plante aromatique, environnée d'une atmosphère (qu'on croit bitumineuse), qui s'enflamme en un moment, lorsqu'on en approche la lumière : il est des *clavaires* (espèces de champignons) fort singuliers : si un homme porte la main avec précaution sur ces végétaux, on remarque aussitôt une légère vapeur qui sort de leur surface, et qui se dissipe dans l'air, comme une fumée : dans les clavaires rougeâtres, cette émanation est de plus longue durée que dans les plissées, dans lesquelles elle se fait par secousses et par intervalles assez longs. Le champignon-mortier, ou le *parabolus* de Micheli, lance souvent, pendant la pluie, des balles accompagnées d'un petit bruit. (*Journal de Physique, décembre* 1779).

sensiblement jusques dans le corps ligneux. De petits tubercules, autres *parasites*, que M. Duhamel regarde comme des *truffes*, jètent des racines fibreuses, qui pénètrent les oignons du *saffran*, en sucent toute la substance, et les font périr si promptement, que cette maladie a été nommée la *mort*.

Quelques racines s'attachent aux corps les plus durs ; les *mousses* sur des écorces, les *lichens* sur la pierre, se nourrissent sans doute de l'humidité de l'air, pompée par les feuilles ou par leurs branches ; d'autres plantes surnagent l'eau, sans adhérer à la terre ; telle est la *lentille d'eau* ; d'autres enfin paroissent totalement dépourvues de racines, comme le *bissus*.

La racine et les tiges ont des rapports réciproques, se développent, et se ramifient à-peu-près uniformément ; un arbre, qui ne jète que de petites branches, n'a que des racines grèles ; un espalier, un arbre *nain*, ou tondu en boule, produit des racines moins nombreuses, moins fortes, moins étendues, que celles de la même espèce, cultivée à plein vent : c'est donc à tort qu'on prétend faire étendre les racines d'un arbre, en élaguant ses branches ; l'arbre fruitier produira plus de fruits ; mais son accroissement sera retardé, et sa vie plus courte ; les tiges, comme les racines, s'allongent par leurs extrémités, et cessent de croître lorsqu'on les coupe ; les unes et les autres font alors de nouvelles productions ; les ti-

ges poussent des branches par les côtés ; les racines jètent des racines latérales ; d'où il suit qu'il convient d'arrêter les tiges des arbres, à qui l'on veut faire des *têtes*, et de couper le *pivot* des racines, pour former de beaux arbres, en multipliant les ramifications latérales, qui, placées plus près de la superficie de la terre, y trouvent plus de sucs nourriciers : la tige est donc pourvue de plusieurs germes de branches ; et la racine de plusieurs germes de racines : la tige renferme aussi des germes de racines qui se déploient, lorsqu'on l'a coupée et mise en terre ; et la racine de son côté produit à l'air des branches ou rejets, qui partent de la portion coupée.

Le terme de *bourgeon* exprime ici un corps destiné à la réproduction, et qui renferme les rudimens d'une ou de plusieurs parties de la plante-mère ; c'est le *germen*, corps qui renouvèle l'espèce, ainsi que la graine ; l'*hybernaculum*, comme qui diroit le lieu où les nouvelles parties passent l'hiver : le bourgeon sert à défendre ces parties du contact de l'air, et des injures des insectes, jusqu'à leur parfait développement ; il est situé, ou sur les tiges, ou sur les racines ; celui qui tient aux tiges, prend le nom de *bouton ;* celui qui tient à la racine, se nomme *cayeu.*

Le bouton, autrement dit *bourse*, *œil*, est un petit corps arrondi, un peu allongé, quelquefois terminé en pointe. On doit remarquer que les plantes annuelles, et les vivaces qui

perdent leurs tiges pendant l'hiver, n'ont point de boutons ; et parmi celles qui les conservent, quelques-unes en sont dépourvues, telles que la rue, par exemple ; et parmi les arbustes, la bourgène, la laterne.

Les cayeux sont de petites bulbes ou oignons qui naissent à côté des anciennes, quelquefois avec une promptitude surprenante ; le cayeu ne convient qu'aux plantes bulbeuses ; il leur tient lieu de boutons ; il reproduit l'espèce, et remplace l'individu par le développement de la plante qu'il renferme en raccourci.

De l'organisation interne des plantes, et de leur végétation.

Les observations de Malpighi, et de plusieurs autres savans, prouvent que les plantes sont composées, 1°. de vaisseaux droits et longitudinaux, qui charrient le suc nourricier, qu'on nomme la *séve*, et qui, par leur assemblage, forment des lames déliées, repliées en manière de petits cônes inscrits les uns dans les autres ; 2°. d'autres vaisseaux roulés en spirales élastiques, vraies *trachées* qui reçoivent et transmettent l'air nécessaire à la préparation et au mouvement des humeurs ; 3°. des fibres transversales qui lient ces vaisseaux, et qui forment, en les croisant, un tissu cellulaire, dont les interstices sont remplis de petits *utriculaires*, espèce d'estomacs destinés à recevoir,

à digérer, à assimiler les sucs apportés par les vaisseaux.

On appèle *livre* la partie intérieure de l'écorce comprise entre l'écorce et le bois ; on trouve dans les arbres ce qu'on appèle l'*aubier ;* c'est une jeune couche ligneuse, qui n'est encore qu'un bois imparfait, qui deviendra un vrai bois, lorsqu'une nouvelle couche, par succession de tems, l'aura enveloppée. L'axe du corps ligneux est occupé par la *moële*, composée des vaisseaux, sur-tout d'utricules, qui sont plus larges et moins serrés que ceux de l'écorce, mais qui se dessèchent à mesure que la plante vieillit.

Cette organisation des végétaux est très-apparente dans les feuilles et les tiges ; cependant, dans certaines plantes, elle paroît réduite à un simple tissu vésiculaire ; ce qu'on doit vraisemblablement attribuer à la foiblesse de nos yeux : les feuilles, les bractées et les calices ne sont autre chose, que la prolongation de l'*écorce ;* les pétales et les étamines, un prolongement du *liber*, ou *livre ;* les pistils, une production de la *moële ;* le *bois*, est en quelque sorte le *squelette*, qui soutient et fixe toutes ces parties à leur place, concourant avec elles aux fonctions vitales auxquelles il participe.

Les chimistes prouvent que les plantes sont composées d'huile, d'eau, de sels, de beaucoup de terre, quelquefois de résines, et d'une quantité d'air étonnante. Cet air abonde sur-

tout dans les parties ligneuses, dans lesquelles il est resserré. L'air renfermé dans le bois de chêne forme environ le quart du poids de ce bois ; et, lorsqu'il est dégagé, son volume est à celui du bois, dans le rapport d'environ 216 à 1 ; mais on ignore si cet air existe tout formé dans les végétaux, ou si c'est un produit qui doit son existence aux opérations de la nature, lorsque le végétal se décompose.

On distingue la séve du printems et la séve d'automne, parce que le mouvement de la séve commence d'abord après les gelées de l'hiver, pour se ranimer après les chaleurs de l'été ; dès que la chaleur vient mettre en jeu les organes des racines, au moyen des pores placés à l'extrémité de leurs chevelures, elles pompent les sucs nourriciers dissous dans une eau qui leur sert de nourriture, et qui paroît presque réduite en vapeurs ; les racines remplissent en même-tems les fonctions de bouche et d'œsophage ; elles font la première élaboration des sucs qu'elles ont pompés, et les transmettent dans les vaisseaux dont la tige, les branches sont fournis principalement dans leur substance médullaire et corticale ; les sucs nourriciers y reçoivent une nouvelle préparation, et sont ensuite portés dans les vésicules du tissu cellulaire ; ils prennent alors le nom de *séve* : substance qu'on peut comparer au chyle des animaux : l'air, qui, par le moyen des trachées, se renouvèle sans cesse, raréfié par la chaleur, continue d'entretenir, par son élas-

ticité, les divers mouvemens de la séve, et la subtilise par son activité ; elle pénètre bientôt les fibres ligneuses, qui la charrient jusqu'aux extrémités de la plante : là, elle change de couleur, et prend le nom de *suc propre* ; c'est le sang de la plante, dans lequel réside sa saveur et ses vertus ; dans plusieurs plantes, il est de couleur d'eau ; il est jaûne dans l'*éclaire*, vert dans la *pervanche*, blanc dans le *tithymale*, gommeux dans le *cérisier* ; il produit la résine dans le *sapin*, la *térébentine* dans le *mélèse*, le sandaraque dans le *genevrier*, etc. La séve s'assimile aux parties de la plante, en augmente le volume, et les développe ; bientôt elle forme une nouvelle couche d'aubier ; et l'on connoît l'âge des arbres par le nombre de leurs couches concentriques ; l'écorce augmente, aussi bien que le bois ; ensorte que la plante s'accroît en longueur et en largeur, et les racines s'allongent à leurs extrémités ; la tige s'étend, en poussant de nouveaux rameaux qui percent l'écorce, se déploient, jètent des feuilles ; tout concourt à former la fleur ; elle se développe ; la lumière la colore ; le germe est fécondé par le *pollex*, ou poussière ; le fruit paroît, et produit une semence capable de renouveler l'espèce ; en même tems, les feuilles, les jeunes tiges, les fleurs, les fruits, font, pendant le jour, les fonctions d'organes excrétoires ; par eux, s'exécute la transpiration, qui peut-être est la véritable excrétion de la plante saine ; mais on a reconnu qu'elle

étoit

étoit dix-sept fois plus abondante que celle des animaux.

Pendant la nuit, dit un botaniste, l'usage des feuilles n'est plus le même; ce sont alors des racines aériennes, qui, par les petites bouches de leur surface inférieure, pompent l'humidité et les sucs répandus dans l'atmosphère : les trachées dont l'air est resserré par la fraîcheur de la nuit, n'opposent aucun obstacle au passage des nouveaux sucs; ils descendent vers les racines avec le superflu de ceux qui s'étoient élevés pendant la journée : ce qui prouve que les vaisseaux des plantes n'ont point de valvules, ou que la souplesse de ces valvules est telle, qu'elles souffrent le mouvement des humeurs en sens contraire; mais cette fluctuation des humeurs diminue en raison de l'humidité, et du froid, et devient presque nulle pendant l'hiver. Mais M. l'abbé *Bonaventure-Corti*, professeur de physique dans le collége de Reggio, a découvert dans les tiges et les côtes des feuilles de la rave, du navet, et dans plusieurs autres plantes, une circulation véritable, par laquelle la séve monte le long de certains canaux, passe ensuite dans d'autres canaux opposés, par le moyen de canaux plus courts qui traversent la plante, descend dans ces canaux, se rend de nouveau dans les premiers, en parcourant des canaux qui semblent faire des angles droits avec ceux dont nous venons de parler; de manière que chaque partie de la

plante paroît avoir une circulation qui lui est propre; ce qui sans doute n'empêche pas la circulation en grand, qui nous paroît devoir conduire la séve, des racines au sommet de la tige, et de la tige aux racines; mais par d'autres canaux, différens de ceux par lesquels elle est montée; il est même assez vraisemblable que ces canaux sont pourvus de valvules, qui ne permettent pas à la séve ascendante de rétrograder, ni à la descendante de remonter; la chaleur est une des principales causes de la circulation du suc lymphatique des plantes, et le froid est un des plus grands obstacles à cette même circulation, qu'on observe facilement dans la *presle* et plusieurs autres plantes; car, les bons microscopes font distinguer des corpuscules, qui nagent dans un suc lymphatique invisible.

On peut conclure de tout ce que nous venons de dire qu'un végétal est un corps organisé, qui n'a pas, par lui-même, la faculté de se mouvoir; mais qui, par le moyen des pores, des ouvertures, ou des vaisseaux qui sont à sa surface, attire la matière propre à le nourrir: c'est ainsi que la *squille* végète sans terre et sans eau, en attirant l'humidité de l'air.

Les végétaux sont d'une fécondité surprenante; on a compté huit mille graines dans une seule tête de pavot blanc; et, si nous en croyons *Ray*, une seule semence de tabac en a produit plus de trois cent soixante mille : on trouve aussi des germes féconds dans toutes les parties

d'un grand nombre de végétaux ; l'écorce transmet au bouton la nourriture qui lui est propre ; la bulbe, celle qui convient au cayeu ; la nutrition développe leurs parties, en leur assimilant les sucs nourriciers ; les parties du bouton, déroulées, étendues, forment une branche, ou plutôt une plante complète, comprise dans la plante mère ; la jeune plante enfante à son tour des boutons, qui produisent de nouveaux rejetons doués de la même vertu régénérative, que les germes développés des semences : par une semblable progression, le cayeu donne naissance à un individu, forme de nouveaux cayeux, qui en produisent d'autres, et propagent l'espèce aussi sûrement que la graine.

On fait pousser des racines à une branche, soit par l'extrémité qui tenoit au tronc dont elle étoit détachée, soit par le bout opposé qui devoit porter des plantes, ou même par l'un et l'autre bout, en repliant la branche pour les planter tous deux : dans le premier cas, l'arbre pousse ses branches et ses racines dans l'ordre naturel ; dans le second cas, les racines se dirigent d'abord vers le ciel, et les branches vers la terre ; mais bientôt chacune se recourbe, et prend une direction opposée ; dans le dernier cas, le corps de la branche jète des rameaux ; chacune de ses extrémités, des racines ; et si l'on coupe dans le milieu de la courbure, on a deux arbres, chaque partie devenant un tout.

Pour les arbres qui reprennent moins aisément, tels que le platane, le peuplier blanc, le tremble, il convient de planter leurs boutures en pépinières, et de les cultiver soigneusement. Si les arbres sont encore plus précieux, et moins féconds en racines, on fera des entailles et de fortes ligatures aux branches qu'on destinera à devenir boutures. On les choisira plus minces et plus jeunes que les précédens; on ne les coupera que quand elles auront des tumeurs formées; alors, on les transplantera dans des fossés pratiqués dans la direction du levant au couchant; on les couchera dans une terre franche, appuyée de droite et de gauche par des couches de fumier; on ne laissera sortir les plantards de terre, que de quelques pouces, et on les recouvrira de mousse; on aura soin, par le moyen des paillassons, de les garantir de l'ardeur du soleil pendant l'été, et du vent du Nord dès l'entrée de l'hiver; enfin, on leur donnera de tems en tems de légers arrosemens. On peut encore faire prendre des boutures précieuses dans des serres, sur des couches de tan.

Ce ne sont point les vrais boutons à fleurs et à feuilles, déja formés, qui se changent en racines; il y a ici une nouvelle réproduction; les boutons, peu de jours après qu'ils ont été enterrés, s'ouvrent, mais bientôt ils périssent. Les jeunes racines partent de la petite console qui leur servoit de support, ou des tumeurs qu'on trouve aux bifurcations des bran-

ches, ou bien encore de certains bourrelets qui se forment constamment à la lèvre supérieure des anciennes plaies de l'écorce, et au-dessus des ligatures, dont on a entouré fortement une jeune branche : ces bourrelets, supérieurs aux ligatures et aux incisions, sont dus à la séve qui descend par l'écorce, et démontrent cette descendance, comme les arrosemens d'eau colorée prouvent le mouvement de la séve ascendante qui va nourrir les branches. Celle qui descend par l'écorce paroît destinée à la nourriture des racines ; les bourrelets, formés par les sucs arrêtés dans leurs cours, sont des espèces de bulbes composées de fibrilles et de mamelons, qui n'ont besoin que d'une certaine humidité pour se développer ; qu'on applique contre un bourrelet une éponge ou de la terre mouillée, les racines ne tarderont pas d'en sortir.

Tout le monde sait que *marcoter*, c'est faire reprendre une branche de bouture, sans la détacher du sujet ; il suffit de l'enfoncer dans la terre par un de ses nœuds, sur lesquels on fait une légère incision ; cette incision occasionne un bourrelet qui produit des racines ; mais elle est superflue à l'égard de plusieurs plantes ; car, lorsque leurs branches contiennent assez de substance pour former naturellement des bourrelets à racines, il suffit de les coucher et de les enterrer ; ce qu'on nomme, à l'égard de la vigne, *faire des provins*. Ces procédés sont de véritables boutures : la *greffe* est éga-

lement une bouture plantée dans un arbre vivant, au lieu d'être placée dans la terre; l'une ne diffère de l'autre, que parce que la greffe ne produit point de racine. On peut greffer de plusieurs manières; pour *greffer en fente*, on coupe transversalement la branche, ou la tige du sujet qu'on veut enter; on la fend ensuite longitudinalement; on taille l'extrémité de la greffe en forme de coin; on l'introduit dans la fente du sujet, de manière que les aubiers des deux arbres coïncident exactement. Pour *greffer en couronne*, on choisit le tems de la séve; on coupe transversalement la tige du sujet; on taille la greffe en manière de cure-dent; on l'introduit entre l'écorce et l'aubier du sujet; de manière que l'écorce ne soit point détachée de l'aubier, que dans la partie qui embrasse la greffe; on entoure ainsi la circonférence de la tige de plusieurs greffes, qui y forment une courronne. On choisit le tems de la séve pour *greffer en flutte*, ou en sifflet; on prend des greffes du même diamètre que le sujet; on coupe circulairement l'écorce de celui-ci, de manière qu'on puisse en enlever un anneau; on détache de la greffe un anneau d'écorce, de la même étendue, et chargé d'un ou de plusieurs boutons; on l'introduit sur le sujet, à la place de l'écorce qu'on lui a enlevée; on couvre le tout de cire, ou de quelqu'autre matière propre à garantir la cicatrice des injures de l'air. Pour *greffer en écusson*, on entaille l'écorce du sujet en ma-

nière de T ; on détache de la greffe un morceau d'écorce garnie d'un bouton ; après avoir taillé ce morceau en écusson, ou en triangle allongé, on l'introduit dans la fente faite au sujet, de manière que les lèvres de la fente le recouvrent ; on lie le tout avec de la laine ; au printems, cette greffe se nomme à *œil poussant*, parce que, si elle prend, le bouton se développe sur-le-champ ; on la nomme à *œil dormant*, si on la pratique au déclin de la séve, parce que le bouton ne s'ouvre qu'au printems qui suit. Pour *greffer par approche*, supposez deux arbres plantés à côté l'un de l'autre ; on fait à chacun une incision, disposée de manière qu'en rapprochant des branches entaillées, leurs *libers*, et leurs aubiers se touchent à nud ; la simple union des écorces suffit à cette greffe ; c'est l'opération naturelle.

On peut remarquer que la greffe en fente, n'est qu'une modification de celle-ci, de même que la greffe en couronne, celle en flutte, celle en écusson, ne sont qu'un même procédé, sous différentes formes ; le succès des unes et des autres dépend du rapprochement des aubiers ; et la régénération, du développement et de l'union des vaisseaux des deux écorces.

Le pêcher, par cet art, à l'amandier s'allie ;
Où le coin jaunissoit, une poire est cueillie ;
Le saule a sur son tronc les branches du pommier,
Et le frêne étonné se transforme en prunier.
La vigne à l'olivier ne peut être assortie ;
Du chêne et de l'ormeau, craignez l'antipathie.

Certaines graines peuvent être gardées assez long-tems sans perdre leur fécondité ; on a vu des féves devenir fécondes, quoiqu'on les eût cueillies depuis plus d'un siècle.

On trouvera dans le supplément qui suivra celui-ci, bien d'autres choses très-intéressantes sur cette matière ; nous y traiterons des plantes médecinales, des différentes terres, des sels, des pierres, des minéraux, etc. objets qu'un physicien, et tout homme qui se pique d'être instruit, ne doit pas ignorer, et qu'on ne trouve cependant pas ordinairement dans les livres de physique.

De l'Électricité.

L'électricité est une propriété bien digne de l'attention des physiciens ; son nom lui vient du mot latin *electrum*, qui signifie *succin*. Ce corps étant frotté, acquiert la force d'attirer d'autres corps, comme des pailles, etc. On connoît aussi beaucoup d'autres corps qui, étant frottés, forgés, exposés à l'action du feu ou du soleil, acquièrent la vertu d'attirer des corpuscules situés à une certaine distance ; ils les repoussent après les avoir attirés, et jètent souvent une lumière sensible. Des tubes de verre échauffés par l'action du feu ou par la chaleur du soleil, deviennent électriques. La poix récemment fondue, le soufre coulé depuis peu de tems dans un vase, la colophane récente, la pierre qu'on nomme *tourmaline*, et

plusieurs autres corps deviennent électriques par l'action de la chaleur; il est même des poissons qui sont électriques au milieu des eaux.

On appèle, comme nous l'avons déja observé au chapitre où nous avons traité de la physique en détail, *idio-électriques*, les corps que les physiciens peuvent électriser, en les échauffant, en les forgeant, en les frottant; telles sont presque toutes les pierres précieuses connues, comme les diamans, les saphirs, l'escarboucle, etc.; telles sont plusieurs pierres, comme le plâtre, les crystaux; tels sont plusieurs autres corps, comme le soufre, le bitume de Judée, le verre, la porcelaine, les végétaux desséchés, la poix durcie, l'encens, les os, l'ivoire, les plumes, les poils, les cornes, la soie, tous les animaux vivans couverts de poils ou de plumes, etc.

On appèle, ainsi que nous l'avons déja observé, *non-électriques*, les corps qu'on ne peut électriser par les moyens dont nous venons de parler; tels sont les métaux, les demi-métaux, plusieurs animaux sans plumes ou sans poil, le caillou, le jaspe verd, le grenat, les turquoises, les gommes coulantes, toutes les substances humides et tous les liquides qu'on ne sauroit frotter comme il conviendroit. Voici le résultat des expériences faites par un physicien électrisant, pour découvrir quelles sont les substances des trois règnes, capables de donner des signes d'électricité par communi-

cation, 1°. les nerfs seuls dans le règne animal; 2°. les parties ligneuses dans le végétal; 3°. la chaux dans le minéral; 4°. les composés dans lesquels ces substances dominent.

Les écoulemens électriques (voyez ce que nous en avons dit en traitant de la physique générale et particulière) sont sensibles au toucher, puisqu'en approchant le matin d'un tube de verre, récemment frotté, ou d'un tube de fer électrisé, vous éprouvez la même sensation que si ces corps étoient entourés d'une toile d'araignée ou d'un soufle léger.

La matière électrique est un fluide très-subtil, répandu autour de la terre, et qui pénètre tous les corps avec plus ou moins de facilité; comme le défaut d'équilibre dans l'air produit un vent qui transporte ce fluide d'un lieu dans un autre, le défaut d'équilibre dans le fluide électrique, forme aussi une espèce de vent plus subtil et plus rapide, en sorte que tous les phénomènes électriques paroissent conduits par une seule et même cause, c'est-à-dire, par un dérangement de l'équilibre dans la matière électrique : mais, pour bien comprendre ce que nous allons dire, on doit faire attention que tous les corps n'ont pas leurs pores également ouverts, de la même longueur et de la même figure, de manière qu'il est possible que le fluide électrique ne pénètre pas avec la même facilité dans tous les pores d'un même corps; il s'échappera très-facilement de quelques-uns, et plus difficilement des circonvoi-

sins ; il faudra un certain tems pour qu'il se mette en équilibre dans tous les pores d'un même solide. Le lecteur peut comprendre maintenant que les corps qui reçoivent l'électricité par la seule communication, ont leurs pores ouverts, ou d'une figure qui favorise le mouvement du fluide électrique ; tandis que tous les autres doivent avoir en grande partie leurs pores d'une figure qui rend difficile le mouvement de la matière électrique.

Parmi ces derniers, on doit compter l'air sec, le verre, la poix, les corps résineux ; toutes ces substances ont les pores si bouchés, que la matière électrique ne sauroit y entrer ni en sortir que difficilement ; mais l'eau, l'air humide, les métaux, etc. ont leurs pores tellement disposés, que la matière électrique peut y entrer et en sortir avec la plus grande facilité.

Il est maintenant facile de concevoir que le fluide électrique, répandu dans les pores des corps, peut acquérir plus ou moins de densité, par une cause comprimante quelconque ; mais aussitôt que l'équilibre sera troublé, il fera effort pour se dégager, autant que l'ouverture des pores le permet, pour se répandre et entrer dans les pores où la compression est moindre ; et cela durera jusqu'à ce qu'il soit remis par-tout au même degré de compression et d'élasticité, pour y demeurer en équilibre.

Nous remarquerons maintenant que, lorsque

le fluide électrique passe d'un corps où il étoit trop comprimé, dans un autre où la compression étoit moindre, il rencontre dans l'air, entre les deux corps, de grands obstacles, à cause des pores de l'air presque tout-à-fait fermés ; cependant il perce à travers l'air, comme à travers une matière liquide et très-déliée, pourvu que sa force ne soit pas trop petite, ou l'intervalle entre les corps trop grand : or, ce passage du fluide électrique étant fort gêné et presque empêché par les pores de l'air, il lui arrivera la même chose qu'à l'air, lorsqu'on le force de passer bien vîte par de petits trous ; on entend alors un sifflement qui est une marque que l'air y est mis dans un mouvement d'agitation qui produit ce son ; c'est pourquoi une semblable agitation dans le fluide électrique (que plusieurs physiciens ne distinguent pas de la *matière ignée*), son passage à travers l'air, sera accompagné d'une lumière qui se fera remarquer, tantôt sous la forme d'un éclair, tantôt sous la forme d'une étincelle, ou sous celle d'une gerbe ou aigrette ; de-là, il est aisé de comprendre qu'un corps peut devenir électrique de deux manières différentes, selon que le fluide électrique, contenu dans ses pores, devient plus ou moins élastique que celui du dehors : aussi, les physiciens distinguent deux espèces d'électricité ; dans la première, le fluide électrique se trouve plus élastique ou plus comprimé ; on l'appèle *électricité en plus*, ou *électricité positive* ; dans

la seconde, le fluide électrique est moins élastique ou plus raréfié; on lui a donné le nom d'*électricité en moins* ou *électricité négative*; mais les phénomènes de l'une ou de l'autre ont beaucoup de ressemblance.

En certain tems de l'année, sur-tout lorsqu'il y a des nuages orageux, on remarque dans l'air une électricité qui se communique à tous les corps isolés an-électriques; on peut même faire descendre cette électricité par le moyen d'un cerf-volant : en employant une telle machine dont la corde étoit filée avec un fil trait de métal, M. de Romas a obtenu, pendant un orage médiocre, le tonnerre ne grondant presque pas, et la pluie étant fort menue, des lames de feu, de 9 à 10 pieds de longueur, et d'un pouce d'épaisseur, qui faisoient un bruit semblable à celui d'un coup de pistolet; il est dangereux de lancer le cerf-volant, en tenant la corde, lorsque l'orage est proche ou qu'il commence à pleuvoir : le physicien que nous venons de citer, l'ayant voulu faire, le tonnerre grondant sur sa tête, en reçut un coup si terrible, sans cependant voir de feu, qu'il en fut renversé par terre; c'est pourquoi il construisit un petit chariot qu'il tenoit de fort loin avec trois cordons de soie, le faisant avancer ou reculer selon le besoin; ce chariot développoit la ficelle aussi vîte ou aussi lentement qu'il le jugeoit à propos : il est aisé de voir qu'en faisant approcher des chiens ou même des bœufs, de la corde

d'un cerf-volant de cette espèce, les traits de feu dont on vient de parler pourroient les tuer sur-le-champ : ce phénomène indique encore une grande analogie entre le tonnerre et l'électricité ; nous observerons encore que la vapeur de l'eau a une très-grande affinité avec la matière électrique, et qu'elle l'attire très-puissamment, sur-tout lorsque la vapeur est plus raréfiée.

Les expériences de M. Mauduit prouvent, 1°. une grande affinité de fluide électrique avec l'eau réduite en vapeurs ; 2°. que la vapeur de l'eau se charge d'une grande quantité de fluide électrique, lequel se transmet au corps sur lequel elle repose ; 3°. que cette vapeur enlève le fluide électrique aux substances qui le contiennent ; 4°. que jusqu'à présent la vapeur de l'eau paroît être la substance qui a la plus grande affinité avec le fluide électrique ; 5°. que cette affinité entre le fluide électrique et l'eau, est en raison de la raréfaction de la vapeur de l'eau même. L'expérience, connue sous le nom d'expérience du tonnerre, se fait par le moyen d'une vapeur aqueuse, qui représente les nuages, et qu'on introduit, soit par le soufle, soit par l'eau chaude en évaporation, dans le bocal du verre doublé en dedans et en dehors, jusqu'à une certaine hauteur, d'une feuille d'étain. Après avoir souflé une fois ou deux dans le bocal, on le renverse sur un conducteur de cuivre arrondi qui lui sert de bouton, et l'on applique

en même tems la main sur le fond, en courbant les doigts sur la surface externe des parois ; on tourne le plateau ; il se fait un assez long silence, après lequel on entend un décrépitement à l'intérieur du bocal ; ensuite il se fait une explosion pendant laquelle on distingue deux sortes de lumières, une blanche qui représente l'*éclair*, une autre au milieu de cette première, d'un rouge tirant sur le violet, prenant différentes formes, qui représente la *foudre ;* et l'on entend en même tems un bruit assez considérable, qu'on distingue du décrépitement.

La *torpille* est une espèce de raie, commune dans la méditerranée, très-abondamment pourvue de nerfs, qui sont peut-être les organes électriques destinés à la formation, la réunion et la direction du fluide électrique ; ce qui semble confirmer cette opinion, c'est que les facultés électriques qui sont très-sensibles dans cet animal, comme on peut le conclure de l'engourdissement qu'il cause, directement ou par communication, aux animaux et aux hommes qui le touchent, paroissent, par les expériences de M. Wals, être entièrement au pouvoir de sa volonté : ces phénomènes semblent prouver l'identité soupçonné par M. de Sauvages, et plusieurs autres médecins, entre le fluide électrique et le fluide nerveux ; le fluide électrique de la torpille est intercepté par les mêmes substances qui interceptent le fluide électrique ordinaire, particulièrement

par le verre et la cire à cacheter. Les Hollandais établis près la rivière de Surinam, ont remarqué qu'un poisson, connu sous le nom de *gymnotus*, ressemblant à une anguille de l'espèce des congres, avoit des propriétés semblables à celles de la torpille ; mais les effets en sont plus sensibles; et M. Wals en a tiré une étincelle électrique: cependant cette expérience ne lui a pas réussi dans l'eau ; et il est nécessaire que le poisson soit dans l'air. M. Adanson a trouvé un poisson semblable, ou peut-être le même, dans la rivière du Sénégal, en Afrique. Le poisson *le trembleur*, espèce de *gymnotus électricus*, qui a la forme d'une anguille, a plus d'énergie ; et la commotion qu'il excite, renverse souvent celui qui tente l'expérience.

Si nous en croyons un physicien moderne, la commotion que cause la torpille est légère quand on ne touche ce poisson que dans une de ses surfaces ; elle est plus forte si on le saisit avec la main ; et enfin, elle devient considérable, et se fait ressentir jusqu'aux coudes, si on applique à-la-fois les deux mains sur l'une et l'autre surface de l'animal ; mais, si on en arme une d'un bâton de cire d'Espagne, ou d'un fil de fer, on n'éprouve aucune sensation à la main armée ; et en formant une chaîne, comme dans l'expérience de Leyde, les personnes intermédiaires n'éprouvent absolument rien : ces expériences paroissent contredire celles de M. Wals; en sorte qu'il est permis

de

de jeter quelques doutes sur les expériences du savant anglais; doutes d'autant mieux fondés, qu'il est en général difficile d'opérer d'une manière plus sage et plus précise, que le fait le physicien français (1).

(1) Nous croyons devoir encore ajouter quelques réflexions, capables de répandre du jour sur une matière qui paroît si compliquée : le fluide électrique se met promptement en équilibre, sans lumière et sans bruit, par l'approche d'une pointe métallique, du moins lorsque cette pointe n'est pas trop près du corps électrisé; ce fluide n'est que le feu élémentaire combiné avec une substance déliée qui produit une odeur d'ail ou de soufre; et peut-être y a-t-il un fluide électrique, un phlogistique propre à chaque corps; et ce fluide électrique n'est peut-être autre chose que le feu pur, mais dans un état plus fixe et moins développé que dans la combustion. Ce phlogistique est, dit-on, produit par les parties sulfureuses et huileuses qui s'exhalent de la terre et des différens corps terrestres.

Lorsque l'électricité languit, dit un physicien, on approche du verre frotté des charbons de cuisine qui brûlent lentement; ces émanations phlogistiques qui en viennent, raniment l'électricité, comme les émanations des corps vivans qu'on rapprocheroit du même verre frotté. « Les émanations grossières du charbon de forge, en absorbant le phlogistique subtil produisent un effet contraire; ceux qui se trouvent dans un nuage orageux, ou dans les vapeurs des volcans, sont électrisés, comme on peut le conclure des observations de MM. de Saussure et Bridone ».

Il paroît même que l'atmosphère est toujours

Les nouvelles publiques, du mois de septembre 1777, font mention d'un jeune homme, âgé de 26 ans, qui s'apperçut, il y a quelques années, qu'en se frottant la main dans l'obscurité, il sortoit de tout son corps des

---

plus ou moins électrique. Peut-on croire que les fibrilles du verre, roides et élastiques, mises en mouvement par le frottement, lancent au loin le fluide électrique, tandis que celles des résines, plus molles, se relâchent aisément, tiennent les pores ouverts au fluide électrique, qui, du conducteur passe dans le corps frotté, s'y accumule, parce qu'il en est attiré, et que ses molécules s'attirent aussi les unes les autres? Dans l'expérience de Leyde, le fluide électrique, accumulé dans la bouteille par le moyen de l'armure (car on peut, au lieu d'eau, mettre une armure, composée d'une lame de plomb, ou bien regarder l'eau comme une armure), se porte avec impétuosité dans l'armure extérieure qui en a moins, lorsqu'on lui fraie un chemin par le moyen d'un corps conducteur.

Peut-on penser que le fluide électrique entre dans le sang, par la respiration et par les pores de la peau, et lui communique la couleur rouge? L'air, qu'on a respiré, ne devient-il pas mal sain, par la perte qu'il a faite de son fluide électrique, absorbé par le poumon, et par le phlogistique grossier dont il s'est chargé? Cette opinion paroît être appuyée sur l'expérience suivante: prenez un tube de verre, d'une ligne environ de diamètre; placez à l'une des extrémités un fil de métal, scellé avec de la cire d'Espagne; remplissez le tube, à un pouce près environ, de teinture de tournesol ou de violette;

étincelles, et des traînées de lumière, qui suivoient exactement l'impression de sa main, et ressembloient en quelque sorte aux feux électriques; il a souvent renouvelé cette observation, étant seul; il a toujours remarqué

---

plongez le bout ouvert dans un vase rempli de la même teinture; tirez des étincelles sur le fil de métal, qui traverse la teinture du tube; au bout de quelque tems, vous verrez que cette teinture prendra une couleur *rougeâtre*, qui, parvenue à un certain point, n'augmente plus; si vous renouvelez l'air, elle augmentera, etc.

Il paroît que l'électricité est un des principaux agens de la végétation et du mouvement des humeurs dans les corps animés. En effet, les savans ont observé que les corps languissent, lorsque la partie de notre atmosphère que nous respirons, est comme dépouillée de son électricité, ou quand ce fluide est surchargé d'émanations grossières et abondantes, qui enchaînent son activité, comme on le remarque dans les grandes chaleurs; mais dans le tems de froid, l'électricité est si forte et si active, que l'homme est plein de vigueur et de force. Lorsqu'elle se porte dans la partie supérieure de l'air, vers les nuages orageux qui la pompent et l'attirent, les plantes et les animaux sont abattus, jusqu'à ce que la pluie vienne rendre l'esprit de vie: la végétation surprenante qui s'opère sur le mont Ethna, ne dépend-elle pas principalement de l'état électrique où se trouve continuellement l'air qui couvre cette montagne? C'est parce que l'électricité opère un grand mouvement dans les humeurs, qu'elle guérit la paralysie.

les mêmes effets ; on sait qu'il existe une espèce de feu follet, nommé *ignis lambeus ;* c'est une petite flamme ou lumière, que l'on aperçoit quelquefois sur la tête des enfans, des hommes, sur la crinière des chevaux lorsqu'on les peigne, et sur les dos des chats, lorsqu'on les frotte à contre-poil ; mais, ce qu'il est intéressant d'observer, c'est que cet effet ne se produit point pendant le cours de l'été ; sur le jeune homme qui l'a remarqué, il commence en brumaire, et finit vers le mois de pluviose ; il ne se fait point non plus appercevoir, s'il passe la main sur sa peau, ou sur son habit : les traînées de lumière ne paroissent que quand il promène les doigts sur sa chemise, ne l'eût-il prise que le jour même. Seroit-ce de ses doigts que sortiroit la flamme ? ce phénomène paroît mériter l'attention des physiciens ; il est singulier qu'il n'ait lieu, que quand les doigts de cette personne touchent à sa chemise ; et qu'il n'ait pas lieu, lorsqu'il touche sa peau, ou la laine de ses habits ; ce seroit donc le lin seul qui le produiroit chez lui ; et les autres substances absorberoient donc le feu électrique qui est dans ses doigts, au point de le rendre invisible ?

M. d'Amblay a observé sur son corps la même propriété qu'avoit celui du jeune homme dont nous venons de parler.

Peu de gens soupçonnent le chocolat d'être électrique ; cependant il s'élève une petite lumière du chocolat nouvellement fait ; elle est

très-sensible vers le soir, et dans les tems de gelée; il a la propriété d'attirer les corps légers, les fils, les pailles, etc. Lorsque le chocolat est réduit en poudre sèche, il perd sa vertu électrique; mais on peut la lui rendre, en le pétrissant avec de l'huille d'olive.

Nous n'osons assurer que la théorie que nous venons de développer sur l'électricité soit la véritable; nous convenons volontiers que nous ne sommes pas encore parfaitement instruits sur cette partie de la physique (1).

De l'Aimant.

Nous n'ajouterons, dans ce supplément, que quelques observations sur les propriétés médicinales de l'aimant, qui est devenu un remède fameux, dont plusieurs médecins ont fait usage. Un aimant artificiel a guéri, en moins d'une heure, des douleurs cruelles occasionnées par une dent cariée.

Un particulier, se trouvant dans la forge d'un serrurier, une parcelle de fer lui sauta dans l'œil; on employa différens moyens pour l'en tirer, mais infructueusement. Un physicien, ayant rencontré ce particulier, lui con-

(1) Voyez, à la fin du cinquième volume de cet ouvrage, l'article sur le galvanisme; nous y expliquons la différence qu'il y a entre les fluides électriques et magnétiques.

seilla d'avoir recours à l'aimant; on appliqua, à cet effet, une pierre d'aimant bien armée, à une petite distance du globe de l'œil; l'aimant attira la parcelle de fer; et l'œil en fut par ce moyen débarassé.

M. Schelling, docteur en médecine, à Utrecht, dans ses observations sur la torpille, prétend que toute la vertu qu'a ce poisson, d'occasionner un engourdissement dans les jambes, ne lui provient que d'une cause magnétique, puisque, quand l'aimant a attiré toutes les parcelles de fer que la torpille contient, ce poisson a perdu tout-à-fait la vertu d'engourdir, et qu'il ne la recouvre qu'en mettant dans le *vase d'eau* où on le conserve, d'autres parcelles ferrugineuses, dont il puisse s'imprégner; cette observation pourra peut-être servir d'éclaircissement à l'explication de la vertu antispasmodique et antihistérique de l'aimant.

SECOND SUPPLÉMENT
A LA PHYSIQUE GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

De la nacre de Perles, et des Perles.

LA nacre est un coquillage bivalve (1), qui varie en grandeur, fort pesant, épais, et assez plat, gris en dehors, ridé et rude, d'un blanc argenté, et un peu verdâtre en dedans; ces coquilles sont beaucoup plus abondantes en perles, que les huîtres; on trouve ordinairement dans chaque nacre, quelques perles mieux formées que les autres; quelquefois les perles qui

(1) Les coquilles se distinguent en univales, bivalves, multivales. Les premières sont d'une seule pièce, comme les escargots; les secondes de deux, comme les huitres; les troisièmes de plusieurs pièces ordinairement inégales. Voici l'étymologie des mots *univalves*, *bivalves*, *multivalves* : *unus*, un; *bis*, deux fois; *multi*, plusieurs; *valvæ*, battans de portes.

sont distribuées sans ordre dans toutes les parties de cette huître, s'accroissent au point d'empêcher les coquilles de se former ; ce qui fait périr l'animal : la perle est de même nature et de même substance que la nacre ; mais elle peut la surpasser en beauté, parce qu'elle est plus renfermée et mieux nourrie ; elle est formée dans l'huître et dans la nacre par l'abondance de la liqueur qui forme le dedans de la coquille ; cette liqueur, au lieu de s'applatir, pour former et nourrir le fond du coquillage, s'arrête dans quelques endroits, et fait naître ces élévations qui grossissent et se nourrissent jusqu'à un certain point : mais, comme ce sont des difformités et des défauts dans la constitution des écailles (1), elles ne peuvent être uniformes ; et il en résulte des perles, plus ou moins régulières.

Il y a d'autres coquillages, qui fournissent des perles, comme les moules qu'on trouve en Suède, en Allemagne, et même en France (2) ; mais, ces perles, quoique blanches et

---

(1) Tout ceci appartient à l'histoire naturelle, et aussi à la physique. On ne peut être bon physicien sans être bon naturaliste, ni bon naturaliste, sans être bon physicien ; les limites de ces deux sciences se confondent souvent.

(2) Tous les coquillages bivalves, dont l'intérieur est nacré, tels que la pintade grise, l'hirondelle, le marteau, etc. produisent des perles, dont le volume répond à la grandeur de l'animal.

brillantes, sont presque toutes très-mal formées, et nullement comparables aux perles de l'huître et de la nacre. Les perles suivent le tarif des pierreries, et leur prix varie avec la mode. Les jouailliers appèlent *loupe de perles*, ce suc nacré qui s'est extravasé en nœud; lorsqu'ils en trouvent qui approchent de la rondeur dans un de leurs côtés, ils le font scier; et de deux de même grosseur, ils composent une perle, en les collant l'une contre l'autre. On fait dessécher la charnière des huîtres nacrées, on la taille, on la polit, et on lui donne la forme d'une plume, qui se vend sous le nom de *plume de paon;* elle est d'un beau bleu verdâtre chatoyant. On emploie aussi une autre espèce de coquille, qu'on nomme *burgau*, d'où l'on tire cette belle nacre, que les ouvriers appèlent *burgaudine*, et qui est plus estimée que celle des perles; on en fait de très-jolis ouvrages de bijouterie.

Les plus belles perles deviennent quelquefois jaunâtres, après avoir été long-tems portées; toutes ces substances, ainsi que la coquille, s'amollissent, si on les laisse long-tems dans un endroit fort humide; elles se calcinent au feu, et sont dissolubles aux acides.

Ces huîtres se trouvent ordinairement dans le fond de la mer, attachées aux rochers. On a imaginé, vers la fin du siécle dernier, un moyen fort simple de faire des perles fausses; et cette petite invention, dont nous avons déja rendu compte dans cette collection, est due aux

Français ; ils sont parvenus à imiter la nature si parfaitement, qu'il est très-difficile de distinguer, à la vue, les perles fausses, lorsqu'elles sont bien faites, et que souvent on ne peut les reconnoître, que parce qu'elles n'ont pas assez de défauts ; aussi, les vraies perles ont-elles perdu beaucoup de leur prix.

Les ouvriers appèlent *essence d'Orient*, la matière propre à colorer les perles ; ils emploient ce terme d'orient, pour exprimer les joyaux les plus parfaits et les plus estimés ; ils se servent du mot d'occident pour tous les autres, sans égard au pays d'où ils viennent ; ce sont des expressions convenues : cette matière se trouve dans un petit poisson, long d'environ quatre pouces, qu'on nomme *ablette*, qui ressemble assez à l'éperlan, et qui se trouve communément dans la Seine, et dans plusieurs autres rivières ; sous les écailles de ce poisson, est une membrane très-fine, qui renferme une infinité de petites lames de couleur d'argent, très-brillantes et très-minces ; on enlève le tout, en ratissant à l'ordinaire, et on le met dans de l'eau claire, où on le frotte, comme pour le broyer. La matière qui s'en détache, donne à l'eau une couleur argentée ; on verse cette première eau dans un grand verre ; on en met de nouvelle sur les écailles, que l'on frotte encore ; on répète cette opération, jusqu'à ce que cette eau ne se teigne plus ; on laisse reposer, pendant dix ou douze heures, l'eau qu'on a versée dans les verres ; la matière ar-

gentée se précipite au fond, et l'eau reste claire ; on la verse par inclinaison, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus dans les verres qu'une liqueur épaisse, à-peu-près comme de l'huille, et d'une couleur approchante de celle des perles ; c'est ce qu'on nomme *essence d'Orient.*

On prend ensuite des grains de verre, très-minces, qui sont creux, et de couleur bleuâtre ; et dans chaque grain, on fait entrer, en soufflant, avec un chalumeau, une petite goutte de cette essence d'orient, qu'on a mêlée avec un peu de colle de poisson. L'ouvrier tient le grain entre deux doigts ; et l'agitant pendant quelques instans, il fait étendre, par ce mouvement, la liqueur sur toute la surface intérieure des parois ; de sorte qu'on voit la couleur d'orient au travers du verre, qui, étant extrêmement mince, n'ôte presque rien au brillant de l'essence ; et la couleur bleuâtre fait même paroître les perles fausses plus semblables aux véritables : enfin, pour leur donner plus de poids et de solidité, on les emplit de cire.

Des Pierres précieuses.

On désigne sous le nom de crystal (1), toutes les substances formées dans le sein de

(1) Crystal vient du mot grec κρυσταλλος glace, qui doit sa dureté au froid. Le crystal est ainsi nommé à cause de cette ressemblance.

la terre, qui prennent d'elles-mêmes, et affectent toujours une forme constante et régulière. On trouve des métaux, des minéraux, des pirites, et un grand nombre de pierres ainsi figurées régulièrement. Quelques-uns de ces crystaux contiennent même quelquefois des corps étrangers, comme des insectes, des métaux, des minéraux, des plantes, etc.; ils reçoivent leurs couleurs des différentes substances métalliques, qui, ayant été dissoutes dans la terre, sont entraînées par les eaux, ou élevées en exhalaisons, et se joignent à la matière qui forme ces crystaux; l'or leur donne une couleur purpurine; le cuivre leur communique le vert; le plomb, le fer, le cobalt, leur donnent le jaûne, le rouge, et le bleu; et les nuances de ces couleurs sont variées suivant la qualité et l'union de ces métaux.

On appèle *crystal de roche*, ou crystal par excellence, une pierre transparente très-dure, susceptible d'un beau poli, et qui fait feu à l'acier (1). Ce crystal se srouve communément

(1) On nomme *crystal minéral*, une pierre factice qui sert en médecine; elle se fait avec du salpêtre raffiné, fondu dans une marmite de fer; lorsqu'il est en fusion, on y jète un peu de fleur de soufre, qui brûle lorsque la matière est toute fondue; on la laisse reposer quelque tems; et, avec un cuiller de fer, on tire le salpêtre, qu'on verse dans un poëlon de fer.

sous la forme d'un prisme (1) à cinq ou six faces, ou sept, terminé par une pyramide qui a autant de côtés, et dont l'autre extrémité tient à la matière dont il est formé. On voit des crystaux dont les deux bouts sont deux pyramides; d'autres qui ne sont que deux pyramides (2) l'une contre l'autre, sans prisme; d'autres, enfin, qui sont creux, et dont la cavité est toujours à plusieurs faces. Il est fort rare de voir des crystaux, figurés avec une précision géométrique, les côtés étant presque toujours inégaux; mais, ce qu'il y a de plus singulier, est que, si l'on broie du crystal aussi menu qu'on pourra, sa poussière, bien passée, fera toujours voir au microscope des figures hexaèdres (3), dans ses plus petites parties, terminées par un hexagone, qui est une figure à six angles.

Le crystal se trouve dans toutes les parties du monde; la plupart des crystaux se vitrifient à un feu très-violent: cependant, il y en a qui ne peuvent être vitrifiés sans addition de corps étrangers; et d'autres qui ne se vitrifient point du tout. Les uns sont plus pesans, les autres le sont moins; leur pesanteur, comme leur couleur, varie considérablement: lorsque les crystaux ont une couleur décidée, on leur donne le nom

---

(1) Prisme, πρίζω je divise, je partage.
(2) Pyramide, πυραμις figure diminuée en cône.
(3) Un hexaèdre est un corps figuré à six faces.

de la pierre précieuse à laquelle ils ressemblent, mais en le faisant précéder du nom de *faux*, comme faux rubis, fausse émeraude, etc. On ne fait point de cas des crystaux bruns, ou de couleur obscure.

Les pierres précieuses se distinguent des crystaux ordinaires et du crystal de roche, par une plus grande dureté, leur blancheur plus brillante et plus nette, ou leurs couleurs plus vives, leur transparence et leur pesanteur plus grande sous un égal volume; elles font, comme les autres crystaux, du feu avec l'acier; l'eau-forte n'y fait point d'impression : la plupart résistent à un feu violent et à la lime. Les plus parfaites de ces pierres sont nommées *orientales*, non à cause du pays d'où on les tire, mais par un usage qui les fait distinguer, sous cette dénomination, de toutes celles qui sont d'une qualité inférieure.

Les pierres précieuses se divisent en diaphanes, ou transparentes, et en demi-transparentes.

Les diaphanes sont les diamans, le rubis, le saphir, la topaze, l'émeraude, l'améthiste, l'hiacinthe, le grenat, la vermeille, le beril, l'aigue-marine, le peridot, la crysolite, la crysopase, l'iris.

Les demi-transparentes ne sont ni si belles, ni si dures que les premières; telles sont l'opale, la girasol, l'aventurine, la sardoine, la sardonix, les agates, la dendrite, la cornaline, l'œil de chat, la calcédoine, l'héliotrope.

Le diamant est la plus belle et la plus dure de toutes les pierres ; les diamans, sur-tout le jaûne, et les pierres fines, frottées dans l'obscurité contre du linge, de la soie, etc., font paroître une trace de lumière phosphorique très visible (1). La lime la mieux trempée ne fait point d'impression sur le diamant, et il résiste à un feu très-violent ; mais il se détruit, et se perd même entièrement dans un feu poussé à un plus haut degré, comme celui des fournaux, et au foyer d'un très-grand verre ardent.

Tous les diamans, avant d'être taillés, s'appèlent *bruts ;* ils sont alors couverts d'une couche grisâtre, plus ou moins grisâtre, plus ou moins obscure : on les trouve dans les mines, sous différentes formes ; la plus ordinaire est celle d'un dé à jouer, alongé, et terminé par deux pointes émoussées, à huit côtés ; d'autres sont entièrement plats, et d'autres arrondis par une extrémité.

Après le diamant, on place de suite les pierres de couleur. Le rubis (2) est la plus belle pierre de couleur que l'on connoisse. Le vrai rubis, ou *rubis oriental* est d'un rouge vif et ponceau, brillant comme un charbon de feu. Il y en a aussi d'un rouge de sang, et de couleur

---

(1) Phosphorique, φοσφοεος porte-lumière.
(2) Rubis, *rubeo*, je rougis.

de cerise ou de cochenille : on prétend que c'est la vraie escarboucle des anciens.

Le saphir le plus estimé, est d'un beau bleu céleste velouté, ni trop foncé, ni trop clair.

La topaze la plus estimée est d'un jaûne jonquille, ou couleur d'or très-vif.

L'éméraude orientale et de belle roche est d'un verd ni trop foncé ni clair, et d'une belle eau. Le fond paroît tirer un peu sur le jaûne.

L'améthyste est d'un beau violet velouté sans aucun mélange : la plus estimée doit être ainsi. Il y en a de trois autres espèces qui sont fort communes : la première est violette, tirant sur le jaûne ; la seconde, de lie de vin, mêlée de bleu ; la troisième est violette, mais tirant sur le rouge.

L'hiacinthe la plus estimée est aurore ou orangée, mêlée de rouge, ou d'une belle couleur de feu.

Le plus beau grenat est d'un rouge qui tire sur le pourpre.

Le béril est d'un vert de mer, appelé céladon. L'aigue-marine doit être distinguée du béril ; son vert de mer tire un peu sur le bleu céleste.

Le péridot peut être regardé comme une émeraude manquée, quoique souvent plus dure ; sa couleur verte est mêlée d'une teinte jaûnâtre rembrunie.

Le crysolite est d'un jaûne d'or, légèrement teint de vert.

La crysopase a peu d'éclat ; c'est une espèce

pèce de crysolite, mais dont le vert est un vert de porreau, souvent mêlé de taches noires ou blanches.

L'iris est d'une couleur grisâtre, mêlée d'une légère teinte de bleu céleste ou de rose.

Les pierres demi-transparentes, sans être si belles que les précédentes, ont cependant leur mérite particulier.

L'opale la plus estimée est d'un bleu de lait vif, d'où sortent, en chatoyant, les couleurs les plus brillantes de l'arc-en-ciel, ou de toutes les pierreries; et que l'on voit changer suivant les différentes expositions de cette pierre au jour, et la situation d'où on la regarde.

La girasol est un peu plus dure que l'opale blanc presque toujours laiteux, et n'a qu'une teinte jaunâtre, ou un peu dorée.

L'aventurine naturelle ou astérie, est d'une couleur jaunâtre rembrunie, remplie de petits points dorés, qui lui donnent un grand brillant; il y en a une autre sorte dont les points sont argentés.

La sardoine est de couleur fauve ou de chair sanguine; elle est très-propre à graver les cachets, parce qu'elle ne retient pas la cire; quelques-unes sont pommelées et nuancées.

La sardonix tient de la sardoine et de l'agate onix : les unes sont de couleur d'ongle et sanguine; les autres ont un cercle blanc, sur un fond noir ou bleu; on en voit de noires au milieu, et il y a du vert ou blanc purpurin sur les côtés; d'autres sont d'un jaune obscur;

d'autres enfin sont mêlées de noir et de blanc, avec une zône blanche.

L'agate est d'une seule couleur, ou de diverses couleurs sans régularité.

L'agate onix est formée de bandes de différentes couleurs, qui ne se confondent point.

L'agatu œillée est formée de bandes concentriques, au milieu desquelles est quelquefois une tâche, qui a quelque ressemblance avec un œil; on en voit qui ont plusieurs yeux au centre de différentes sphères.

L'agate arborisée ou herborisée, représente des ramifications, des plantes, des racines, des arbres, des rochers, des figures, ou autres semblables jeux de la nature.

On appèle agate onix, une agate qui a des zônes de diverses couleurs séparées, comme aussi une cornaline onix, une sardoine onix, etc.

La dendrite est une agate presque transparente, d'un gris sale, avec des traits de différentes couleurs, qui représentent des arbrisseaux ou d'autres objets; il y en a de bien des sortes; et le mot de dentrité est presque un terme générique, pour signifier une pierre ramifiée.

La cornaline, que l'on confond souvent avec la sardoine, est ordinairement d'un rouge pâle; il y en a de jaûnes, qui sont très-rares, de blanches, et même de couleur de rubis: cette pierre est presque transparente, et ne brille point. Elle est très-propre à la gravure.

L'œil de chat est une espèce d'agate d'une qualité plus parfaite. Il y en a de plusieurs espèces : les unes sont d'un gris jaunâtre plus ou moins foncé, ou tirant sur le vert, avec des taches qui ont quelque ressemblance avec des yeux. D'autres ont un seul point dans le milieu, d'où partent, en rayonnant, des traces verdâtres.

La calcédoine est une espèce d'agate de couleur laiteuse, et légèrement teinte de gris, de jaune et de bleu; il y en a où ces teintes, plus foncées, approchent du vert, du jaune et du brun.

L'héliotrope est de couleur de porreau, traversé de taches rouges et de veines sanguines; c'est une espèce de jaspe oriental. Il diffère du jaspe ordinaire, en ce que, dans le jaspe, les taches rouges sont seules, et dans l'héliotrope, elles sont traversées de taches sanguines.

Les pierres fines opaques ne sont nullement comparables aux précédentes, pour la dureté, l'éclat, le jeu, la variété des couleurs vives, et le brillant : tels sont la turquoise, la malachite, le jaspe, le jade, la pierre des amazones, la pierre d'azur, l'œil de serpent, le granit, le porphire, l'albâtre et les marbres.

La turquoise est d'un bleu céleste.

Les malachites sont de plusieurs espèces : les unes sont de couleur de mauve, les autres vertes, avec les taches noires, blanches ou bleues; d'autres presqu'entièrement bleues.

Le jaspe est d'une seule couleur, comme sanguin, rouge, blanc, jaûne, vert, couleur de rose, noir, bleu, pourpre. On appèle *jaspe fleuri*, celui qui est mélangé de diverses couleurs.

Cette pierre, susceptible d'un fort beau poli, est très-estimée des sculpteurs et des graveurs : le plus beau jaspe vient des Indes.

Le jaspe est extrêmement dur ; sa couleur est d'un vert pâle, tirant sur le bleu ou le jaûne.

La pierre des amazones se distingue en levantine, qui est verdâtre, et en orientale, qui tire sur le bleu ; cette pierre se confond aisément avec le jade.

La pierre d'azur imite le bleu céleste mêlé de veines dorées.

Les yeux de serpent sont de petites pierres rondes et jaunâtres ; ce sont des yeux de chat qui ne chatoient point.

(1) Le granit est plus dur que le marbre ; il ressemble un peu au jaspe ; il est ordinairement mêlé de taches grises et noires, sur un fond blanc sale ; le granit oriental est de couleur rouge ; celui de Chypre est tacheté de rouge et de blanc ; celui d'Égypte est noir et blanc ; sa couleur varie dans beaucoup d'endroits ; on trouve cette pierre en grandes mas-

---

(1) Granit, *granum*, grain, parce que ses taches ressemblent à des grains.

ses. La France fournit aussi du granit aussi beau que celui d'Égypte et de Chypre.

Le porphyre est plus dur que le granit ; sa couleur pourpre est tachetée de points blancs ; il y en a dont la couleur est brune, violette ou verdâtre ; mais ils sont plus rares.

L'albâtre est une espèce de marbre, mais moins dur, qui paroît transparent ; on en voit de blancs, de rougeâtres, de fauves, de veinés, et très-communément de jaûnes.

Les marbres sont de toutes les pierres celles qui varient le plus par la diversité et l'arrangement de leurs couleurs.

Lorsqu'on veut tailler les diamans, on les enchasse dans des manches de bois ; ou on les mastique, et on les frotte ainsi l'un contre l'autre, pour les dégrossir ou leur ôter leur croûte ; ce qui s'appèle *égriser ;* on garde la poussière qui s'en détache, pour servir à les tailler et à les polir.

Les pierres fines transparentes paroissent être formées par lames, rangées autour d'un axe ; c'est pourquoi elles offrent un fil qu'il faut suivre pour les tailler, et séparer ou fendre ; la taille se fait par le moyen d'une roue de bois posée horizontalement ; cette roue communique, par une corde à boyau, à une petite roue de fer doux ; le diamant est scellé avec de l'étain sur une coquille de cuivre, faite en forme d'une calotte de gland, dont la queue prolongée est arrêtée par une vis au bout d'une tenaille de fer qu'on charge de

plomb, à proportion de la grosseur et de la dureté de la pierre; cette tenaille est renversée et mise de manière que le diamant soit sur la roue; la roue et la pierre sont induites avec de la poudre de diamant, délayée dans de l'huile d'olive; et, tandis que l'ouvrier donne du mouvement à la roue de bois qui le communique à celle de fer, un autre conduit la tenaille, la charge et la dirige, suivant la dureté de la pierre et la forme qu'il veut lui donner: il imprime ensuite avec la main le mouvement nécessaire à la tenaille, pour faire frotter le diamant sur la roue, et le finir entièrement, en adoucissant les facettes. On peut, avec plusieurs tenailles, travailler différentes pierres sur la même roue.

On scie le crystal, et la plupart des autres pierres; mais, comme le diamant est d'une très-grande dureté; et que, malgré la poudre fine de diamant, délayée dans l'eau et le vinaigre, cette opération demanderoit un trop long-tems, on le *clive*, en faisant, avec une pointe de diamant, une légère entaille au fil de cette pierre; on y insère une lame d'acier qu'on frappe avec un petit marteau; et le diamant est fendu d'un seul coup.

Les pierres orientales de couleur se taillent en les tenant enchâssées et cimentées au bout d'un manche de bois, sur une roue de cuivre jaûne, imbibée d'eau et de poudre de diamant; et on les polit sur une roue de cuivre de rosette, qui est un cuivre bien dégagé de

matières étrangères et bien pur, avec du tripoli (1) et de l'eau.

Pour les pierres fines de qualité inférieure, qu'on nomme occidentales, on se sert d'une roue de plomb que l'on imbibe d'eau et d'émeri (2), et on les polit sur une roue d'étain avec de l'émeri.

Dans les pierres ingrates et naturellement grasses, comme le péridot, on emploie les huiles de soufre pour les polir.

On estime les diamans par carat; le carat contient quatre grains un peu plus foibles que ceux de l'or ou du poids de marc.

Les cailloux nous donnent une autre sorte de pierres précieuses; ceux qui sont bien blancs et bien transparens, imitent le diamant et jètent beaucoup de feu.

On fait aussi des pierres de très-belle apparence, qu'on appèle *pierres de composition;* avec du sable blanc, du borax, du verre ou du crystal fondu, à l'aide d'un alkali fixe et du plomb, on fait toutes les fausses pierres que l'on colore à chaux ou à froid par les sucs des végétaux; les métaux, les minéraux et le crystal donnent, par la préparation, le mélange et la fusion, les diamans faux et les pierres fausses de couleur; la pesanteur, la

(1) Tripoli, pierre légère qu'on trouve dans des carrières.

(2) L'émeri est la mine de fer la plus stérile.

netteté, la durée, la transparence et le poli sont les plus sûrs garans de la vérité ; quelque habile que soit un ouvrier, il ne peut concilier toutes ces qualités avec les couleurs qu'il imite assez bien ; et la nature dévoile aisément son ouvrage.

Les meilleures mines de diamant, et les plus estimées, sont en Asie ; on trouve auprès de ces mines quantité de lapidaires occupés continuellement ; ils ont des roues d'acier, à-peu-près de la grandeur de nos assiettes de table ; ils ne mettent qu'une pierre sur chaque roue, qu'ils arrosent incessamment avec de l'eau, jusqu'à ce qu'ils aient trouvé le chemin de la pierre ; alors ils prennent de l'huile, et n'épargnent pas la poudre de diamant qui, dans ces endroits, est toujours à bon marché.

Il y a d'autres mines où l'on se sert de méthodes différentes pour tirer le diamant, suivant la position des veines.

Des Métaux et des demi-métaux.

Les métaux (1) sont l'*or*, l'*argent*, le *cui-*

(1) Signes et noms que les chimistes donnent aux métaux.

Or.	☉	Soleil.	*Plomb.*	♄	Saturne.
Argent.	☾	Lune.	*Fer.*	♂	Mars.
Cuivre.	♁	Vénus.	*Vif-arg.*	☿	Mercure.
Étain.	♃	Jupiter.			

vre, l'*étain*, le *plomb*, le *fer* et le *vif-argent* (1); ils se divisent en parfaits et imparfaits; les premiers, qui sont l'or et l'argent, ne souffrent point ou très-peu d'altération au feu; les autres perdent leur phlogistique par l'action du feu.

Les demi-métaux ou minéraux, sont l'*antimoine*, le *bismuth*, le *zinc*, la *calamine*, l'*arsénic*, le *cinabre*, le *cobalt* et le *nickel*.

On peut composer des métaux, en les mêlant les uns avec les autres, ou les métaux avec les demi-métaux; ainsi le cuivre rouge et le zing donnent le *tombac*: ce nouveau métal est moins susceptible de prendre le vert-de-gris; mais, pour lui donner le degré de ductilité convenable, il faut beaucoup d'art dans la miction des quantités proportionnelles des deux matières qui le composent: le cuivre rouge avec la calamine grise, fait le cuivre jaûne, qu'on appèle *laiton*. Le *pinsbeck*, le *similor*, le *métal de prince*, se font par d'autres mélanges; et toutes ces matières s'aident mutuellement en une infinité de manières, pour les différens usages que nous pouvons désirer.

L'or est le plus ductile, le plus malléable, le plus tenace et le plus pesant des métaux à

---

(1) Le vif-argent, quoiqu'il soit naturellement fluide, et nullment malléable, n'est pas moins un métal; sa nature primitive et indestructible est une raison suffisante pour le placer parmi les métaux.

égal volume. L'or, quoique très-massif, paroît être très-poreux; aucun acide n'a prise sur ce métal ; mais il se dissout par l'*eau régale* qui se fait avec un mélange d'acides nitreux et marin, ou d'acides nitreux et de sel ammoniac, et par la combinaison de l'alkali fixe avec le soufre qui est le *foie de soufre ;* si l'on précipite l'or dissous de cette manière par un sel alkali fixe ou volatil, et qu'on fasse sécher lentement ce précipité, un degré de chaleur assez modéré le fait dissiper en l'air avec un très-grand fracas : cette préparation se nomme *or fulminant.*

L'*or trait* est de l'argent doré au feu, et passé par des trous de filières.

L'*or en lames* est un fil d'argent, aussi doré au feu, et applati entre deux rouleaux d'acier bien poli ; pour faire de l'or filé, on tortille cette lame autour d'un brin de soie, par le moyen d'une roue.

L'*or en feuilles* est de l'or passé à la coupelle, et réduit, à coups de marteau, en feuilles extrêmement minces et légères, qu'on vend en livrets pour dorer ; il y en a de plusieurs sortes chez les batteurs d'or.

On broie ces feuilles d'or, ou leurs rognures, jusqu'à les réduire en poudre ; et, après les avoir incorporées avec du miel blanc, on les met dans de petites coquilles ; cet or, ainsi préparé, sert à peindre en miniature ; on l'appèle *or en coquille.*

L'*or moulu* est de l'or fin qu'on réduit en

lames très-déliées, et qu'on fait brûler à petit feu dans un creuset entouré de charbons ardens ; lorsqu'il commence à fondre, on y jète une certaine quantité de vif-argent qu'on a soin de remuer avec un bâton ; puis on verse le tout dans l'eau fraîche ; quelques ouvriers y ajoutent du sel ammoniac, pour hâter la calcination : cette préparation s'étend facilement ; elle sert à dorer les métaux, et sur-tout le cuivre ; par le moyen du feu, on fait exhaler le mercure, et l'or reste attaché au mercure : cette espèce de dorure est la plus durable, mais elle est la moins brillante.

L'*or au mat* se fait avec des feuilles d'or, qu'on applique sur le métal, au feu, par le moyen d'un caustique, jusqu'à ce qu'il en ait suffisamment ; cette dorure est celle qui a le plus d'éclat ; mais elle est beaucoup plus couteuse que l'or moulu, et dure beaucoup moins ; on peut la manier sans la ternir.

Les Espagnols ont découvert depuis peu une substance métallique, qu'ils ont nommée *platine*, ou petit argent, (*plata*, en espagnol, signifie argent), parce qu'elle en a la couleur ; on l'appèle aussi *or blanc*, parce que sa pesanteur spécifique égale presque celle de l'or : cependant les chimistes ont observé que cette pesanteur varie suivant les différens procédés employés pour fondre ce métal, quoiqu'il n'y entre aucun alliage ; ce qui est un phénomène très-remarquable ; la platine est brillante, d'un tissu grenu et serré, très-dure et

susceptible du poli ; elle est comme l'or, inaltérable à tous les acides purs, et se dissout par l'eau régale ; elle a la propriété magnétique, indépendamment du sable ferrugineux avec lequel on la trouve communément ; elle est peu malléable et peu ductile ; elle s'allie plus ou moins souvent avec tous les métaux ; elle les durcit tous, et diminue leur malléabilité ; elle rend le laiton blanc, dur, susceptible d'un beau poli ; les singularités qu'on remarque dans les expériences faites sur la platine, la feroient regarder comme un métal distingué des autres ; mais cette substance n'est point pure, et l'on ne sait pas encore certainement si le mélange qui la forme est naturel ou artificiel : comme elle ôte à l'or sa ductilité et sa ténacité, sans diminuer son poids, et que cet alliage ne peut être reconnu ni par la vue, ni par les essais ordinaires auxquels la platine résiste, l'usage en paroît dangereux dans le commerce : le roi d'Espagne en a fait fermer les mines ; ce qui rend cette matière très-rare.

L'argent est, après l'or, le plus ductile des métaux ; ses parties sont moins liées que celles de l'or et du fer. L'argent se fond au feu en même tems qu'il y rougit ; mais il y perd très-peu de son poids ; l'air et l'eau ne l'altèrent point ; ce métal est, après le cuivre, le plus sonore ; on le travaille comme l'or, en le réduisant en lames et en fils ; les rognures des feuilles d'argent battu étant broyées et mises

dans des coquilles, sont ce qu'on appèle *argent en coquille*, qui sert dans la peinture.

De tous les dissolvans qui ont prise sur l'argent, c'est l'acide nitreux qui est le plus efficace; il dissout une quantité d'argent égale à son poids; et l'argent devient alors une bâse pour cet acide; il forme avec lui un sel qu'on nomme *crystaux de lune*. Ce sel est d'une si grande causticité, qu'étant appliqué sur la chair, il y fait des écarts comme la pierre infernale.

La pierre infernale, ainsi nommée, à cause de sa qualité brûlante et de sa couleur noire, est de l'argent de coupelle, dissous dans l'esprit-de-nitre, dont on forme des crystaux de l'une, en les dépouillant de toute leur eau de crystallisation, par le moyen de la fusion, puis consommé au feu, et versé dans une lingotière chauffée et graissée au-dedans, où s'étant refroidie, elle se coagule et devient pierre, de la figure que lui a donné la lingotière: cette pierre doit être de couleur brune, tirant sur celle du fer; elle ne doit brûler ni les doigts ni le papier, lorsqu'ils ne sont pas mouillés, mais sur-le-champ la chair, lorsqu'on l'a humectée. On fait un grand usage de cette pierre en chirurgie.

L'argent s'unit avec l'or par la fusion; et on ne peut l'en séparer par le moyen du feu seul, auquel ils résistent également; mais, comme l'acide nitreux agit sur l'argent, et n'agit point seul sur l'or, en exposant le mélange à l'ac-

tion de cet acide, ce qu'il y a d'argent se dissout, et l'or demeure pur au fond de la liqueur ; cette opération se nomme le *départ*.

L'or et l'argent pur et sans alliage, n'auroient pas assez de dureté pour la fabrication des monnoies, ni pour les ouvrages d'orfévreries : on y unit, par la fonte, un autre métal qui les rend plus fermes ; c'est communément le cuivre rouge, et quelquefois l'argent pour l'or ; mais toujours avec un peu de cuivre, parce que l'argent seul le pâliroit trop : c'est cet alliage qui constitue en partie ce qu'on nomme le *titre de l'or et de l'argent*, prescrit par les réglemens de chaque nation.

Le cuivre est ductile, malléable, élastique, et le plus sonore de tous les métaux ; il n'est pas si dur que le fer ; mais il peut couper, tailler et limer l'or, l'argent, le plomb et l'étain ; il rougit comme le fer, avant de se fondre ; il se décompose à l'air et à l'eau, et se charge d'une rouille verte ; lorsqu'il est en fusion, il seroit très-imprudent d'y jeter de l'eau ; quelques gouttes versées dessus, occasionneroient une explosion considérable, et très-dangereuse pour les spectateurs.

Le cuivre s'unit, par la fusion, à l'or et à l'argent ; il leur communique une plus grande dureté et une plus grande fermeté ; mais on peut l'en séparer par le moyen du feu, qui décompose le cuivre, et ne décompose ni l'or, ni l'argent.

Le cuivre est dissoluble dans tous les acides

et même dans l'eau. L'acide vitriolique, joint au cuivre, forme un sel métallique de couleur bleue, qu'on nomme vitriol bleu, ou de chypre.

On travaille le cuivre, comme l'or et l'argent, et on le réduit en fils, en feuilles et en baguettes. Le cuivre est de couleur rougeâtre.

Le cuivre rouge très-pur, étant allié avec environ un quart de son poids de calamine grise, ou pierre calaminaire, qui est la mine du zing, forme le cuivre *jaûne* ou *laiton ;* par cet alliage, il perd sa grande ductilité ; mais il devient capable de se bien mouler ; il coule plus lentement, et prend plus exactement les figures et les traits imprimés dans les moules.

Le cuivre, bien dégagé, et purifié de matières étrangères, se nomme *rosette.*

Le *potin* est une sorte de cuivre jaûne naturel, qui ne peut se purifier.

Le cuivre rouge, fondu avec le zing, donne le *tombac*, le *pinsbec*, le *similor*, et le *métal de prince.*

Mêlé avec de l'étain et de l'orpiment (1), on a une composition propre à faire des miroirs métalliques.

---

(1) L'orpiment, ou arsénic jaûne, ou orpin minéral, est une substance minérale, d'un jaûne verd, rougeâtre ou citron, compacte, mais friable, arsénicale.

Avec l'arsénic et le zing, il devient blanc et cassant ; il se nomme alors *cuivre blanc*.

Avec l'étain, il fait une composition très-sonore, qui s'appèle *bronze* ou *airain* ; on en fait des cloches, des statues, des médailles ; des canons.

Le cuivre, réduit en chaux, est propre à colorer en vert les maux, la fayence, le verre.

Dissous par l'acide vitriolique, il donne du bleu ; et par l'acide marin, il donne du vert, qui colore la flamme et les feux d'artifice.

Le laiton battu, et réduit à l'épaisseur d'une feuille de papier, s'appèle *oripeau* ou *clinquant* ; ce clinquant, rebattu encore en feuilles extrêmement minces, se nomme *or d'Allemagne*. On le conserve dans des livrets de papier ; on broie cet or d'Allemagne, pour en faire de la *bronze*, qui a plus ou moins de couleur, suivant les degrés de feu qu'on lui a fait souffrir ; on rebroie cette bronze, et, lorsqu'elle est en poudre impalpable, on la met dans des petites coquilles de moule ; et on l'appèle *or en coquille* : l'usage de l'or d'Allemagne est pour les peintres, sur-tout dans la miniature ; et la bronze sert à bronzer les figures de plâtre, ou autres.

L'*æs ustum*, cuivre brûlé, est du cuivre rouge, coupé en petites plaques, qu'on range par lits avec du soufre, et un peu de sel marin, dans un creuset, sur un grand feu de charbon. Lorsque

que le soufre est brûlé, on retire le cuivre, qui se trouve gris-de-fer au-dessus, et d'un gris rougeâtre et brillant en dedans, et fort cassant ; cette drogue est détersive ; on la fait rougir au feu neuf à dix fois ; à chaque fois on l'éteint dans l'huile de lin ; et après l'avoir mise en poudre, on s'en sert pour manger les chairs ; on l'appèle *crocus* ou *safran de cuivre.*

Le cuivre dissous par le vin, donne le vert-de-gris ; on en fait beaucoup à Montpellier, et dans les environs, d'où nous le tirons en poudre et en pain. Il y a du vert-de-gris naturel, qui est une espèce de marcassite verdâtre, semblable à du mâche-fer, qui se trouve dans les mines de cuivre ; mais il n'est d'aucun usage.

Le vert-de-gris, dissous dans du vinaigre, distillé et ensuite filtré, évaporé et crystallisé à la cave, acquiert une surabondance d'acide, qui forme de beaux crystaux, qu'on appèle improprement *verdet distillé*, au lieu de dire *crystallisé* ; cette préparation donne une couleur verte pour la miniature.

Le vert-de-gris est une drogue des plus usitées que nous ayons ; et c'est une chose presque incroyable que la quantité qui s'en emploie par les teinturiers, les chapeliers, etc.

Le cuivre jaûne n'est pas si dangereux pour la préparation des alimens, que le rouge, parce qu'étant allié avec la calamine grise ou lé-

zing, il n'est pas pur; d'ailleurs le borax (1) n'est point mal-sain.

On emploie sur le cuivre jaûne et sur l'argent, des vernis qu'on appèle *couleur d'or*, et qui donnent à ces métaux une teinte peu différente, lorsqu'elle est nouvelle, de la dorure en or moulu.

L'étain est plus élastique que le plomb, et moins malléable; lorsqu'on a allié ce métal avec l'argent ou le cuivre, quoiqu'on n'en mette que très-peu, ces métaux ne sont plus malléables, ni ductiles. Si on met du feu dans de l'étain fondu, ces deux métaux s'allient ensemble; mais si on met de l'étain dans du fer fondu, le tout se convertit en petits globules, qui crèvent en faisant explosion.

La potée d'étain est une chaux grise, qui se produit par une légère calcination de l'étain; elle sert aux lapidaires dans la composition des émaux, dans la soudure pour les métaux mous, dans le vernis de la fayence.

L'étain s'unit aisément avec tous les métaux et demi-métaux, et il possède à tel point la propriété de les rendre cassans, excepté cependant le plomb et le vif-argent, que sa seule vapeur, lorsqu'il est en fusion, suffit pour cet effet. L'étain, mêlé avec le cuivre, au poids d'un dixième, forme ce métal dur, cassant et

(1) Le *borax* est une substance saline, qui ressemble assez à l'alun.

sonore, qu'on appèle *bronze ;* il s'unit à la superficie du fer et du cuivre, et de-là viennent le *fer-blanc* et l'*étamage.*

Le plomb, est, après l'or et le vif-argent, le plus pesant des métaux ; mais il est le moins dur, et le plus facile à fondre. Il se fond plus vîte qu'un poids égal de cire ou de beurre ; il n'est ni élastique ni sonore ; lorsque ce métal est fondu, il se forme à sa surface, comme à celle de l'étain, une poussière noirâtre, qui est la *chaux de plomb ;* cette chaux, poussée au feu, devient blanche, ensuite jaûne ; et alors on la nomme *massicot.* Puis elle paroît entièrement rouge ; en cet état, elle s'appèle *minium ;* on s'en sert dans la peinture ; cette matière est extrêmement aisée à entrer en fusion, et à se vitrifier ; le plomb vitrifié à demi, se nomme litharge, et sert aux teinturiers, aux pelletiers, aux peintres, aux potiers-de-terre, aux faiseurs de toile cirée. La vapeur de vinaigre, lentement échauffée, calcine ce métal, et le réduit en une espèce de chaux très-blanche, qu'on nomme *céruse* ou *blanc de plomb*, suivant qu'elle est plus ou moins fine. On verra à l'article du zing, une nouvelle préparation de blanc, préferable à celui du plomb.

Le plomb est, de tous les métaux, celui qui se vitrifie le plus aisément : et il communique cette propriété aux métaux imparfaits, avec lesquels on le mêle ; il leur en communique même une seconde, qui est de passer avec lui au travers des vaisseaux poreux, que l'on nom-

me *coupelles ;* c'est sur ces deux propriétés du plomb, qu'est fondé l'art de l'*affinage* de l'or et de l'argent, et particulièrement l'essai qui s'en fait journellement dans les hôtels des monnoies.

La coupelle doit être préparée avec la terre blanche que fournissent les os par l'incinération.

Le plomb se dissout par l'acide vitriolique, lorsqu'il est bouillant, et par l'acide nitreux.

Le fer est le métal le plus difficile à fondre ; lorsqu'il est fortement échauffé, il pétille, et jète des étincelles ; il se décompose à l'air et dans l'eau ; il peut s'allier avec tous les métaux, excepté avec le plomb, et même le vif-argent. Les acides présentent, avec le fer, à-peu-près les mêmes phénomènes, qu'avec le cuivre ; mais, lorsque ce métal est dissous par l'acide vitriolique, il s'en élève des vapeurs qui sont très-inflammables ; il forme, avec cet acide, un sel métallique, qu'on nomme *vitriol vert, vitriol de mars,* ou *couperose.*

Le soufre paroît être de toutes les substances, celle qui a le plus d'affinité avec le fer ; elle est si grande, que, quand on applique un morceau de soufre sur du fer aigre rougi à un feu violent, ce métal entre aussitôt dans la fusion la plus parfaite.

Le *fer en verges,* est du fer en barres, qui a été chauffé dans une espèce de four, et fendu avec des roues d'acier.

La tôle est du fer en barres, que l'on fait

chauffer, et qu'on amincit avec des marteaux. On fait du fer noir, en battant la tôle, avec des petits marteaux, ou martelets.

Le fer-blanc est un fer doux, réduit en plaques minces, et enduit d'étain ; on nettoie parfaitement, et jusqu'au vif, les lames de fer noir, en les frottant fortement avec du grès, et en les faisant tremper dans des eaux acidules ; puis on les plonge verticalement dans un vase, qui contient de l'étain fondu, dont la surface est recouverte de graisse, ou de poix résine ; ces corps gras, couvrant la superficie de l'étain, et lui fournissant continuellement du phlogistique, empêchent qu'il s'y forme de la chaux, qui s'opposeroit à l'adhérence de l'étain sur le fer ; et comme le fer passe au travers de cette matière inflammable, sa surface en devient plus propre à recevoir l'étain.

Nous ne parlerons point ici de l'*acier*, n'ayant rien à ajouter à ce que nous avons dit, quand nous avons traité de la physique générale et particulière, en détail.

Le *safran de mars* ou *de fer*, se fait avec une bille d'acier, qu'on fait blanchir dans le feu d'une forge ; et par le moyen d'un morceau de soufre, que l'on approche contre, on le fait fondre ; cet acier fondu est ensuite mis dans un creuset avec du soufre ; et, par un feu de réverbère, il est réduit en une poudre d'un assez beau rouge ; on se sert aussi de limaille de fer au lieu d'acier. Ce safran est

appelé communément *crocus martis aperitivus*.

Le *sel de mars* se fait en mettant de l'huile de vitriol, et de l'esprit de vin, dans un poëlon de fer; et lorsqu'il y a séjourné environ un mois, on trouve au fond un sel grisâtre, que l'on fait sécher.

Ce qu'on appèle improprement *huile de mars* ou *de fer*, est un sel de mars, résout en liqueur à la cave.

On tire du fer des crystaux, en mettant de la limaille d'acier dans de l'eau, et jetant dessus de bon esprit de vitriol; et par le moyen de la cave, on tire des crystaux verdâtres, qui, après être séchés, peuvent être employés aux mêmes usages que le sel et l'huile de mars; mais ils sont plus âcres.

La rouille, ou la limaille de fer donnent, par le moyen du tartre et de l'eau bouillante, une teinture noirâtre, qui, après avoir été évaporée et réduite en consistance de sirop, est ce qu'on appèle *teinture*, ou *sirop de mars*.

L'émeri est une substance ferrugineuse, qui contient fort peu de fer; elle se trouve dans les mines de fer, et quelquefois parmi d'autres métaux; cette matière est très-dure, et ne pourroit se piler dans un mortier; on l'écrase, et on la réduit en poudre, par le moyen de moulins, et de machines; cette poudre sert à polir l'acier, le verre, les glaces, les pierres fines, etc.

On appèle *potée*, ou *bouc d'émeri*, la subs-

tance qui se trouve au fond de l'auge des lapidaires qui emploient l'émeri (1).

La *mâche-de-fer* est l'écume du fer; il contient du soufre.

Le *minerai d'aimant* se trouve dans tous les pays où il y a des mines de fer; ce minerai, qui se reconnoit aisément par sa propriété d'attirer la limaille de fer, et le fer même, n'entre que très-difficilement en fusion; il ne donne que de très-mauvais fer, et en fort petite quantité.

La *magnésie noire*, ou *manganèse*, qu'on appèle aussi *savon de verre*, est très-aigre, et contient très-peu de fer; la grise est peu usitée, et la noire est fort en usage chez les émailleurs, et les potiers-de-terre; les verriers s'en servent pour purifier et blanchir le verre: cette matière mélangée avec le verre fondu, lui ôte sa couleur verdâtre ou bleuâtre, et lui donne une transparence sans couleurs; mais si on en met trop, loin de blanchir le verre, elle augmente sa couleur bleue, et même le rougit.

Le vif-argent est fluide; mais il devient solide par un froid excessif: ce froid ne se fait

---

(1) La potasse est un sel alkali fixe, mêlé de tartre vitriolé, tiré de cendres produites par la combustion de différens végétaux des forêts du nord, brûlés en tas et à l'air libre; on lessive ces cendres, et on les calcine dans des fourneaux de réverbère.

sentir que dans les zônes glaciales; il est inaltérable par l'action de l'air; il est si volatile qu'il s'exhale au feu, sans se décomposer, à une chaleur bien au-dessous de celle qu'il faudroit pour le faire rougir. Il s'unit avec tous les métaux, excepté le fer, et le dissout; le *mélange* qu'on nomme *amalgame*, est d'une consistance molle, et même fluide, suivant la proportion dans laquelle on a mis le vif-argent; et comme ce métal est beaucoup moins fixe qu'aucun autre, on se sert de cette propriété, pour séparer sur-tout l'or et l'argent des matières qui les contiennent; le vif-argent s'en saisit, et s'y joint; on en enlève le sable par des lotions; et en faisant exhaler, ou distiller le mercure, on a l'or et l'argent séparés de leurs mines.

Le vif-argent se dissout dans les acides; l'acide vitriolique le réduit d'abord en une poudre blanche, qui devient jaûne, lorsqu'on y ajoute de l'eau. Cette poudre se nomme *turbith* (1) *minéral;* l'acide nitreux, l'ayant dissous, si l'on fait évaporer cette dissolution jusqu'à siccité, on trouvera le vif-argent sous la forme d'une poudre rouge, qu'on nomme *précipité rouge;*

---

(1) On appèle *turbith* la racine d'une plante rampante, dont les feuilles et les fleurs ressemblent à celles de la guimauve. On l'emploie pour purger les sérosités, et elle entre dans beaucoup de compositions galéniques.

et si l'on ajoute à la dissolution du vif-argent, celle du cuivre, par le même acide, le *précipité* sera *vert ;* ces deux précipités sont corrosifs.

Le vif-argent dissout dans l'esprit de sel se crystallise, et fait un sel métallique, disposé par longues aiguilles, qu'on nomme *sublimé corrosif ;* ce sel est le plus violent corrosif qu'il y ait en chimie; si on mêle ce sublimé avec l'étain, on a, en distillant, une eau qui jète une épaisse fumée; on la nomme *liqueur de livabius*, du nom de son inventeur : en sublimant encore le sublimé corrosif avec de nouveau vif-argent, il perd sa causticité; on le nomme alors *sublimé doux* ou *aigle blanc ;* on le prend intérieurement ; et suivant la dose, il est purgatif, ou émétique (vomitif) ; enfin, par des sublimations réitérées, on l'adoucit encore, et il prend le nom de *panacée mercurielle.*

Si on mêle le mercure, à froid, ou a une chaleur très-douce, avec le soufre, il se forme, de ce mélange, une poudre noire, qu'on nomme *éthiops minéral ;* à une plus forte chaleur, il se sublime en une matière rouge, pesante, et qui paroît n'être qu'un assemblage d'aiguilles brillantes, que l'on nomme *cinabre ;* et c'est sous cette forme qu'on trouve ordinairement le vif-argent dans la terre.

Le vif-argent est susceptible de bien des formes ; mais ce ne sont que des déguisemens, et non des changemens réels ; il n'est point dé-

composé ; et après toutes ces opérations, on peut toujours le retirer pur et coulant de toutes les préparations mercurielles.

Les *demi-métaux*, sont des métaux qui sont peu malléables, ou qui ne le sont point du tout.

L'antimoine, paroît composé de longs filets, ou d'aiguilles luisantes, appliquées les unes contre les autres ; il a le brillant métallique, quoique très-obscur, et sa couleur approche de celle du fer ; il est aigre, cassant, et nullement malléable, ni ductile ; ce demi-métal sert à former des alliages dans les arts, comme pour les miroirs de télescopes, les caractères d'imprimerie, etc. ses préparations sont d'un grand usage en médecine ; la substance qui reste après la fusion, est une partie métallique d'une couleur blanche, assez éclatante, qui, dégagée par le feu, du soufre qu'elle contenoit, s'appèle *régule d'antimoine ;* ce régule se fond aisément ; et lorsque l'action du feu est violente, il se dissipe en une espèce de farine, qui s'attache aux corps froids qu'elle rencontre, et qu'on nomme *fleurs d'antimoine.*

On réduit l'antimoine, avec un degré de chaleur beaucoup moindre, en une poudre grise et sans aucun brillant, qu'on nomme *chaux d'antimoine ;* cette chaux n'est plus volatile ; et, par un feu très-violent, elle se convertit en un verre jaunâtre, qu'on nomme *verre d'antimoine.*

Le régule d'antimoine dissout tous les mé-

taux, et en facilite la fusion; mais il les rend aigres et cassans; lorsqu'il est uni avec eux, et qu'on pousse ce mélange au feu, il les fait tous dissiper en vapeurs, excepté l'or : il ne s'amalgame point avec le mercure; l'acide vitriolique, et l'acide nitreux le divisent, plutôt qu'ils ne le dissolvent; mais l'acide du sel marin le dissout assez bien, sur-tout si on mêle le régule avec le sublimé corrosif, et qu'on fasse distiller le tout; il s'élève alors une substance blanche, peu coulante, et extrêmement corrosive, composé de l'acide qui a abandonné le mercure, et du régale; cette substance s'appèle *beurre d'antimoine.* Ce beurre, mêlé avec l'esprit de nitre, et ensuite distillé, donne une espèce d'eau régale, qui tient encore du régule dissous; on la nomme *esprit de nitre bézoardique.* On fait passer de nouvel esprit-de-vin sur la poudre qui reste après la dissolution; on la lave ensuite avec de l'eau, et c'est ce qu'on appèle *bézoard minéral.*

Le beurre d'antimoine, mêlé avec de l'eau, devient trouble et laiteux; et il se fait un précipité qui retient cependant encore beaucoup d'acide; il se nomme *mercure de vie*, qui, loin d'être analogue à son nom, est un très-violent corrosif.

L'eau régale est le véritable dissolvant de l'antimoine, et procure une dissolution claire et limpide.

Le régule d'antimoine, exposé au feu avec

le nitre, détonne, et se dépouille de son phlogistique; la chaux qui reste après l'opération, se nomme, à cause de ses vertus médicinales, *diaphorétique minéral;* l'alkali du nitre, qui reste aussi après l'opération, contient encore une portion de la chaux; on la précipite par le moyen d'un acide, et on lui donne le nom de *matière perlée.*

Comme tous les métaux ont, avec le soufre de l'antimoine, une affinité plus grande que celle de sa partie réguline, on peut, en les fondant avec ce minéral, en séparer le soufre, et le réduire en régule; mais comme il reste toujours quelque peu du métal dont on s'est servi, joint à ce régule, on le caractérise du nom de ce métal; et on dit régule d'antimoine martial, de Vénus, etc.

Si on expose au feu l'antimoine mêlé avec le nitre, il se fait une détonation, et on trouve, au fond du creuset, la partie réguline de l'antimoine, sous la forme d'une masse à demi vitrifiée, et semblable, pour la couleur, au foie d'un animal; c'est pourquoi on la nomme *foie d'antimoine.*

L'antimoine, fondu avec un alkali fixe, ne donne point de régule, mais il se réduit en une masse d'un jaûne rougeâtre, dissoluble dans l'eau; et si on verse un acide dans cette dissolution, il se précipite une poudre d'un jaûne mêlé de rouge, qu'on nomme *soufre doré d'antimoine.*

Si on fait bouillir ce minéral dans un alkali

fixe réduit en liqueur, cette liqueur, à mesure qu'elle le dissout, devient trouble et rougeâtre ; et lorsqu'on la laisse refroidir, elle dépose, au fond du vaisseau, une poudre rouge, qui est le *kermès minéral* (1) : on l'appeloit autrefois *poudre des chartreux ;* cette poudre sert en médecine.

Le *bismuth* a la même apparence que le régule d'antimoine ; mais il est moins blanc, et tire sur le jaûne ou le rouge ; il est cassant, et nullement malléable ; il se fond aisément, et se mêle avec les autres métaux et demi-métaux qu'il blanchit et rend plus coulans, excepté le zing et le cobalt ; on peut s'en servir pour purifier l'or et l'argent ; un feu violent

---

(1) Le kermès, ou graine d'écarlate, est une espèce de gallinsecte qu'on trouve sur un petit chêne verd ; il sert pour la teinture, et dans la médecine. On appèle *gallinsectes*, des insectes qui ressemblent aux gales ou excroissances qui s'élèvent sur les différentes parties des arbres et des plantes ; mais il y a cette différence, que ces gales sont formées par la piquure d'autres petits insectes, par laquelle le suc de l'arbre ou de la plante s'extravase, et leur fournit un logement, qui s'agrandit à mesure qu'ils croissent ; au lieu que les gallinsectes sont toujours à découvert sur l'arbre : ils y restent attachés ; ils y croissent, et déposent en la même place une très-grande quantité d'œufs : ils couvrent entièrement ces œufs avec leur corps, et ils meurent dans cette situation ; ce corps se dessèche, et ressemble à une espèce de coque qui renferme les œufs.

le volatilise, et un degré de chaleur convenable le réduit, en le dépouillant de son phlogistique, en une chaux vitrifiable.

Il s'amalgame imparfaitement avec le mercure, qui s'en sépare après un certain tems, et le bismuth reparoît sous la forme d'une poudre; il dispose le plomb à s'amalgamer avec le mercure, en donnant au plomb cette propriété qu'il n'a pas tout seul.

Le bismuth ne se dissout point dans l'acide vitriolique; mais l'acide nitreux l'attaque avec une grande effervescence. Dissous par cet acide, et précipité par la simple addition de l'eau, on en retire une chaux blanche, qu'on nomme *blanc de bismuth*, *blanc d'Espagne*, ou *blanc de perle*.

La dissolution du bismuth dans l'acide nitreux, donne l'*encre de sympathie*, qui ne laisse aucune empreinte visible sur le papier; et l'écriture devient lisible, lorsqu'on étend dessus, légèrement, avec un pinceau, du foie de soufre dissous dans l'eau.

L'*étain de glace* est un bismuth grossier, qui contient beaucoup de soufre.

Le *zing* ressemble au plomb et au bismuth; mais il n'est pas si cassant que le bismuth, ni si malléable que le plomb. Sa couleur est bleuâtre; il se fond au feu dès qu'il commence à rougir; à un feu plus violent, il s'enflamme, et brûle, comme une matière huileuse; il s'exale en même tems une grande quantité de flocons blancs, ou duvets cotoneux, nommés

par les anciens chimistes, laine philosophique.

Le zing s'unit à toutes les substances métalliques, excepté le bismuth, et très difficilement avec le fer; et comme il est très-volatile, il les enlève sous la forme de sublimés, qu'on nomme *tutie*, ou *cadmie des fourneaux*: on distingue par ce nom les sublimations métalliques, qui se trouvent dans les fourneaux où on fond les mines, d'avec la calamine, qui est une cadmie naturelle.

Le zing est dissoluble par tous les acides, et sur-tout par l'esprit de nitre; il a, avec l'acide vitriolique, une plus grande affinité, que le fer avec le cuivre; c'est pourquoi, si on le mêle avec la dissolution du vitriol vert ou bleu, l'acide abandonne ces métaux, pour se joindre au zing, et former avec lui ce qu'on appèle *vitriol de zing*.

Le zing sulfureux se nomme *blende*, ou *galène*.

La calamine est une mine du zing mêlé de fer; sa couleur est ordinairement brune ou jaunâtre; elle se trouve dans les mines de plomb; celle qui est rougeâtre, est plus remplie de fer; la calamine grise contient beaucoup de zing, et sert à convertir le cuivre rouge en laiton.

L'arsénic est aigre, cassant, et d'une nature saline; il se fond au feu, et se mêle avec tous les métaux; cette substance est volatile, caustique, et corrosive; c'est un poison très-violent; l'arsénic rend fragiles et cassans tous les mé-

taux avec lesquels il s'unit, excepté l'étain, qui, par son mélange, devient plus dur et plus difficile à fondre ; il donne au cuivre la blancheur de l'argent ; ce minéral bizarre a été regardé, jusqu'à présent, comme indécomposable, et il décompose lui-même toutes les substances qu'on lui présente.

L'arsénic rouge s'appeloit autrefois *sandarac* : ce qu'on appèle à présent *sandarac*, est une résine sèche, d'une odeur pénétrante et agréable, qui découle d'un grand génevrier : dissoute dans de bon esprit-de-vin, elle donne un vernis ; elle sert, en poudre, à empêcher le papier de boire, dans les endroits où on a gratté pour enlever l'écriture.

Dans quelques opérations, l'arsénic fait en même-tems le rôle de substance métallique, et celui d'un acide puissant : ces deux propriétés empêchent de le confondre avec les autres minéraux découverts jusqu'à présent. Quelques chimistes se sont empressés d'annoncer au public, que le vinaigre avoit la propriété de remédier au poison de l'arsénic ; mais cette assertion dangereuse est démentie par les faits.

L'arsénic se combine avec le soufre en toutes proportions ; et cette substance, ainsi minéralisée, est connue sous les noms d'*orpin* et de *réalgar* ; dans cet état, il est d'un usage très-fréquent pour la teinture, et particulièrement pour les manufactures de toiles peintes ; mais l'*orpin* et le *réalgar* sont des poisons mortels,

à raison de l'arsénic qui se trouve uni au soufre.

La meilleure méthode que l'on connoisse jusqu'à présent, pour remédier aux effets de l'arsénic, consiste principalement dans l'usage des mucilagineux, des substances émulsives, et des sudorifiques les plus doux, et en même-tems pénétrans, c'est-à-dire, les plus capables de chasser les restes de ce minéral, par les voies de la peau. Le sudorifique le plus convenable dans ce cas, est l'huile essentielle d'anis.

Le cinabre est une mine du vif-argent; c'est une pierre très-pesante, rouge, crystalline, composée de soufre et de mercure. On fait du cinabre artificiel, en mêlant trois parties de vif-argent et une de soufre, et le faisant sublimer: on en retire une pierre rouge, semée d'aiguilles brillantes: cette pierre, réduite en poudre fine, est ce qu'on nomme *vermillon*.

Le cobalt est dur, pesant, luisant, friable, d'une nature terreuse; sa couleur et sa figure sont fort variées: on en retire, par sublimation, de l'arsénic blanc; et on trouve dans le fourneau où il a été sublimé, une matière dure, pesante et bleuâtre, d'une odeur forte, qu'on appèle *saphre* (1), et qui sert à donner une

(1) *Saphre.* Cette matière est ainsi nommée, à cause de la couleur du saphir dont elle approche.

couleur bleue aux émaux, à la fayence, au verre, etc.

Le *nickel* est un demi-métal, découvert depuis peu; il est d'un blanc tirant sur le rouge, solide, brillant dans ses fractures : il peut s'unir à tous les métaux et minéraux, excepté l'argent et le zing.

Des Mines.

Les métaux sont rarement purs dans les mines; ils se trouvent mêlés et unis avec différentes espèces de sable, de pierre, de demi-métaux, de soufre ou d'autres substances; lorsque le métal y est en assez grande quantité, on nomme ces composés *mines ;* et lorsque cette quantité est trop peu considérable pour payer les frais de l'exploitation, on lui donne les noms de *pyrite* et de *marcassite*. Les pyrites sont des substances plus ou moins compactes et crystallisées, qui se trouvent communément avec les mines; elles ont de l'éclat, et contiennent du soufre, du vitriol, de l'arsénic, ou des substances métalliques, mais toujours mélangées de terre ou de pierre. La marcassite est un corps crystallisé, à facettes, et sous différentes formes assez régulières; ce sont des mines imparfaites : chaque métal a sa marcassite; mais plus cette matière approche de la perfection métallique, plus elle est éloignée du nom de marcassite. On ne vend cependant ordinairement que ces marcassites d'or, d'argent et

de cuivre ; celle d'or est en petits grains arrondis, fort pesans, et difficiles à casser ; celle d'argent est à-peu-près de la même figure, mais moins colorée ; celle de cuivre est ronde ou alongée, le plus souvent bossue ; et sa grosseur surpasse beaucoup les précédentes : cette marcassite est fort dure.

Les endroits où les métaux sont cachés, se découvrent par les apparences des différentes espèces qui se font appercevoir : alors on creuse un puits perpendiculairement, jusqu'à ce qu'on ait rencontré quelque bonne veine. On la suit dans sa direction ; et lorsqu'elle finit, on recommence à creuser plus bas sous la même ligne. Ces puits ont 15 à 16 pieds d'un côté, et 7 à 8 de l'autre : le milieu est destiné pour le tirage, un côté pour les échelles, et l'autre pour les sceaux, les corps de pompes ou les machines nécessaires pour en sortir les eaux. Au bas de chaque échelle est une charpente qui sert de repos : dans quelques mines, on descend et on remonte dans des sceaux, ou sur des étriers suspendus à une corde ou une chaîne, dont un bout monte avec le métal, et l'autre descend pour en prendre de nouveau. Ces mines sont plus ou moins profondes, selon qu'on trouve les veines ; il s'en rencontre presqu'à fleur de terre : d'autres sont creusées à une très-grande profondeur.

Des glaces.

On fait des glaces à Vénise et en France. Le verre qui forme les glaces est composé de soude (1), et d'un sable blanc et choisi : ce sable se tire de Creil, à deux lieues de Senlis. Il y a une multitude d'ouvriers occupés à nettoyer la soude et le sable, à le laver, le sécher, le réduire en poudre dans un moulin à pilons, que des chevaux font mouvoir, le passer dans des tamis de soie, et le mettre en magasin.

Les plus grandes glaces sont coulées; elles sont plus unies et plus parfaites que les autres qui sont soufflées. Les bâtimens où l'on travaille se nomment *halles :* au milieu est le four, qui a une porte de chaque côté, pour jeter continuellement du bois, et une troisième en face, pour entrer et sortir les pots et cuvettes. Le tuyau est au centre. Sur un des côtés des faces en haut, est une grande ouverture, qui sert à jeter la soude et le sable pour fondre dans les pots; ces pots ont environ trois pieds de haut et autant de large. Les murs de la halle présentent en dedans des ouvertures de petits fours bâtis par derrière, qui servent à faire recuire les glaces; le grand four est

(1) La soude est un sel gris, tiré d'une plante qui croît sur les bords de la mer.

échauffé, lorsqu'il a consommé cinquante cordes de bois : on conserve sa chaleur, en y jetant continuellement du bois.

Les pots étant dans le four, on les emplit de matière, avec une pelle de fer creuse, sur laquelle un ouvrier met à chaque fois une pincée de *composition ;* et le tout reste trente-six heures dans le feu. Après cela, on y introduit une cuvette de même terre que les pots, qui a trente-six pouces de long, dix-huit de large, et dix-huit de haut, que l'on remplit de la matière d'un de ces pots avec une grande cuillère. Cette cuvette est mise et arrêtée sur un chariot, que l'on voiture vis-à-vis une table de fonte, posée de niveau à la hauteur du plancher d'un petit four allumé : cette table a dix pieds de long sur cinq de large, et pèse douze à quinze milliers. On pose sur cette table des tringles de fer plat, de l'épaisseur qu'on veut donner à la glace, et dont l'écartement fixe la largeur. A côté de cette table, est une grue mobile, qui sert, par le moyen de deux grandes barres de fer, à embrasser et enlever la cuvette : on la tourne au-dessus de la table ; et, en l'inclinant, on la verse dessus, devant un rouleau de fonte de cinq pieds de long, et d'un pied de diamètre, posé sur les tringles ; on fait tourner ce rouleau parallellement sur la matière fondue, pour former la glace, et on la ramène ensuite en sa place. Les hommes qui sont employés à cet ouvrage, ont le corps et le visage couverts d'une grosse

toile claire, pour n'être pas surpris par l'action du feu. Il y a, autour de cette table, des auges de bois, pleines d'eau, pour recevoir le superflu de la matière.

Lorsque la glace est coulée, on l'examine. S'il s'y trouve des points qui brillent comme de petites étoiles, quand la glace est chaude, ce qu'on nomme bouillons, on la coupe en cet endroit. Lorsqu'elle est refroidie, on la pousse dans le petit four, qui est de niveau avec la table : lorsque ce four, qui peut contenir six grandes glaces, est assez plein, on en bouche l'ouverture avec de la terre cuite ; on y laisse les glaces pendant quinze jours, et on les tire de-là, pour les envoyer par eau à Paris, où on les dégrossit, et on leur donne le poli.

La fournée de matière fournit le coulage de dix-huit glaces, qui demandent une heure chacune. Les ouvriers travaillent successivement six heures ; et, lorsqu'un petit four est rempli, ils conduisent la grue et la table vis-à-vis une autre embouchure. La plus belle grandeur d'une glace, est de cent pouces de haut, sur cinquante pouces de large ; mais il n'en réussit guères de cette mesure ; elles font ordinairement paroître des bouillons.

Il y a d'autres halles pour les glaces soufflées ; elles sont faites de même, à l'exception qu'elles sont plus petites, et qu'il n'y a point de petits fours autour : mais il y a vis-à-vis le four un corridor, et des petits fours

des deux côtés : le grand four ne dure que six mois, comme celui du coulage.

L'ouvrier qui souffle une glace, prend de la matière fondue dans les pots, avec une canne de fer, percée, de six pieds de long; il souffle et fait grossir la bulle : il pose cette canne sur un baquet plein d'eau, et en arrose le bout, afin que la matière s'attache mieux à la canne; après quoi il la replonge dans le pot, et la rafraîchit de même, ce qu'il fait à diverses reprises. Lorsqu'il a suffisamment de matière, il souffle tout de suite; et étant monté sur une estrade, il se fait aider d'un autre ouvrier, et donne à la canne un mouvement de balancier. La poire s'alonge, et forme un cylindre terminé en boule par en bas, et en pointe par en haut. Lorsque le cylindre est assez long, un ouvrier qui se tient au bas de l'estrade, fait, avec un poinçon et un maillet de bois, un trou à la masse : alors, si l'on voit trop de défauts, on brise le tout, et on met la matière au rebut : s'il n'y en a guères, on porte la canne sur un chevalet de fer, vis-à-vis l'ouverture du grand four, et on l'y pose horizontalement. Lorsque le cylindre a été un peu exposé à la chaleur, l'ouvrier le retire; et se remettant sur l'estrade comme auparavant, l'on coupe, avec de grands ciseaux pointus, le bas du cylindre : on le remet à l'entrée du four, pour le réchauffer; et lorsqu'il a repris sa chaleur, l'ouvrier qui est sur l'estrade, reprend la canne, et la tenant suspendue, on

coupe avec ces ciseaux la masse cylindrique, jusqu'à la moitié de sa hauteur, où dans l'endroit où l'on voit des défauts.

Il y a une autre canne de fer, que l'on tient à l'entrée du four : elle est faite en forme de T, dont la queue est longue de six pieds : la barre est garnie de matière des glaces. On la presente rouge au côté du cylindre, et, dans l'instant, il s'y attache et s'y soutient : on sépare ensuite la première canne, en donnant un coup de maillet de bois sur le bout qui a été rafraîchi. Le tout est présenté sur le chevalet, à l'entrée du four, pour réchauffer le cylindre. Alors, on coupe le bout pointu, qui servoit à tenir la masse à la première canne; et le cylindre se trouve formé et ouvert des deux extrémités; on le fait encore rougir, et avec les grands ciseaux, on ouvre l'autre moitié dans la même ligne, que la première a été ouverte.

En même-tems, un ouvrier apporte une pelle de fer, de deux pieds et demi de long, et deux de large; on pose la glace dessus, en l'applatissant un peu avec un morceau de bois, en sorte que la coupure soit en haut; on sépare la glace de la canne, et on la porte sur la pelle, à l'ouverture d'un petit four, où elle rougit peu-à-peu : ensuite, avec un fer fait en forme de trefle, dont le manche a six pieds de long, on ouvre doucement la glace, et on l'applatit, en pressant le fer avec force sur toutes les parties de la glace. Quand elle est

bien unie, on la pousse dans le four ; on les y laissse autant de tems que les glaces coulées, et on les transporte de même à Paris.

On dégrossit les glaces par le moyen de plus petites; la grande est scellée en plâtre horizontalement sur une pierre unie ; la petite tient à une table de bois bien nivelée ; on la charge de poids successivement, et d'une roue qui y est attachée avec le poids ; cette roue facilite le mouvement de l'ouvrier, pour faire glisser et frotter en tout sens la petite glace sur la grande ; elle est inutile pour les petites ; ce dégrossi se fait avec de l'eau et du sable, qui est plus fin par degrés ; après cette opération, les glaces vont au poli ; on se sert de pierre de tripoli et d'émeri, parfaitement pulvérisée, avec une petite planche garnie de feutre (1), et traversée d'un petit rouleau de bois, pour la tenir et la faire aller en tout sens ; cet instrument est assujéti au plancher par un grand arc de bois, qui fait ressort et facilite l'action des bras.

Pour étamer les glaces, on étend, sur une pierre unie, avec une règle bien polie et bien arrondie d'un côté, une feuille d'étain très-mince ; on imbibe cette feuille, et on l'inonde, en la tamponnant avec une pelotte trempée

(1) Le feutre est une étoffe non tissue, qui se fait en foulant le poil, ou la laine, dont elle est composée.

dans le vif-argent ; on colle une bande de papier sur le bord inférieur de l'étain, et on fait glisser horizontalement la glace sur la feuille d'étain, à l'aide de deux barres de bois, qui sont infixées dans le bord de la table, et qui servent à soutenir la glace ; le superflu du vif-argent est chassé par le haut et les côtés, à mesure que la glace avance, et il se rend dans les goulottes pratiquées pour le recevoir ; cette opération, sur-tout pour les grandes glaces, demande de la précision et de la justesse ; ensorte que l'étain et la glace, ne laissant plus entre eux de passage à l'air, l'un et l'autre se trouvent parfaitement unis.

De l'Amiante.

L'amiante est une pierre incombustible, composée de filets très-déliés, d'une longueur et d'une adhérence entr'eux fort variées ; les unes ont des filets parallèles, et entrelacés par d'autres ; ensorte que la contexture en paroît feuilletée ; dans d'autres, les filets se séparent aisément ; il y en a dont la couleur tire sur le jaûne, d'autres sur le gris ou le vert ; et d'autres sont très-blancs ; on confond aisément cette substance avec l'alun de plume, qui est composé de filamens droits ; mais au goût ils sont bien différens ; l'amiante est insipide, et l'alun a un goût piquant.

Les filets de l'amiante sont assez simples pour pouvoir les filer, et en faire de la toile ;

comme cette matière ne se calcine point, et ne peut être vitrifié que par un feu très-violent (1), on jète cette toile dans le feu, lorsqu'elle est sale ; après l'avoir retiré et laissé refroidir, on la secoue ; et elle se trouve nettoyée et blanchie, le feu ayant consumé toutes les matières étrangères dont elle étoit chargée ; on en fait aussi, pour les lampes, des mèches, qui ne se consument point ; mais elles ne sont pas d'un bon usage, parce qu'elles s'éteignent ; on est obligé de retirer souvent la mèche, et de la mettre au feu, pour la nettoyer des ordures grasses, dont elle se charge aisément. L'aimante, mis au feu, perd un peu de sa flexibilité, et de son poids ; avec les fils d'amiante les plus fins, on peut faire un espèce de papier ; lorsqu'il est sale, ou qu'on veut effacer l'écriture, on le jète au feu ; il raparoît blanc, et on peut écrire de nouveau. Pour employer la pierre d'amiante, on la dégage des parties qui la rendent aride, et en la faisant bouillir dans une lessive avec de l'indigo, puis on la bat avec un marteau ; ses fils deviennent alors assez souples pour être peignés et filés ; mais, comme ils conservent toujours leur friabilité, les ouvrages que l'on en fait ne peuvent être que de pure curiosité.

---

(1) La pierre d'amiante cède aisément au feu du miroir ardent ; ses filamens s'écartent, se courbent en pelotons, et se fondent en petites boules de verre.

On trouve cette substance attachée au rocher, au crystal, ou à d'autres matières, dans beaucoup de pays, dans les climats chauds, comme dans les plus froids; mais la quantité en est si petite dans chaque endroit où on la rencontre, et presque toujours les filets en sont si courts, qu'il n'est guère possible d'en faire usage.

Du Sel.

Le sel se divise, en général, en *sel gemme*, *sel marin*, *vitriol*, *alun et nitre*.

Le *sel gemme* (1) est aussi appelé *sel fossile*, parce qu'on le tire de la terre, tout formé; il est demi-transparent, fort dur, et forme des crystaux de différentes grandeurs; il y en a de diverses couleurs, blanc, gris, rougeâtre, béuâtre, jaunâtre; ce sel s'emploie dans les pays où on les tire, aux mêmes usages que nous employons le sel marin; on en trouve dans beaucoup d'endroits; on rencontre d'abord un lit de sable, ensuite plusieurs couches de

---

(1) Gemme, *gemma*, pierre précieuse; ce sel est ainsi nommé, parce qu'il ressemble aux pierres précieuses, par la transparence et les couleurs: nous appelons aussi *sel gemme*, un sel qui nous vient du Piémont; il se retire, par évaporation, des eaux des puits salés; on en forme des pains, qui sont demi-transparens; il sert pour la teinture et la médecine.

terre argileuse de différentes couleurs, les unes pures, les autres mélangées de sable et de gravier, dans lesquels on trouve de tems en tems des coquilles et des madrépodes; on trouve plus bas des lits de différentes pierres calcaires, (pierres de chaux) et d'une espèce de plâtre; quelque fois on voit dans ces terres, des quartiers de pierre isolés; ce n'est qu'après tous ces lits, qui, en total, forment une masse d'environ 300 pieds de hauteur, que l'on trouve le sel; on le rencontre d'abord en gros quartiers isolés dans les glaises, et peu après on touche les vrais bancs de sels : comme ils sont inclinés à l'horizon, on a été obligé de faire différens étages, dans chacun desquels il y a une multitude de galeries et de chambres.

Le *sel marin* se trouve dans les climats chauds, naturellement formé, par l'ardeur du soleil, dans les creux des rochers, sur les bords de la mer; le meilleur sel de l'Europe, est celui qu'on fait dans les marais salans du Bas-Poitou et de l'Aunis.

On peut faire du sel en faisant bouillir de l'eau de mer; mais on n'en peut avoir par ce moyen qu'une petite quantité, cette manière employant beaucoup de bois, qui, ordinairement, n'est pas commun sur les côtes de la mer.

Le *vitriol* est un sel minéral et crystallisé, d'un goût désagréable; il change de nom, suivant ses couleurs et les pays d'où il vient; il est formé de matières de fer et de cuivre,

et d'un acide qui lui est naturel, qu'on appèle *acide vitriolique;* le vitriol vert se nomme *couperose verte;* le bleu, *vitriol de chypre*, ou vitriol bleu; le rouge, *calcitif*, ou *colcotar;* le *vitriol blanc*, ou *vitriol de zing;* on fait du vitriol artificiel, que l'on tire de différens cailloux.

Le *vitriol romain* est produit par des eaux sulfureuses, qui passent dans des terreins ferrugineux.

L'alun est d'un goût astringent; c'est un sel qui sert peu en médecine, mais qui est d'un fréquent usage dans les arts; il est composé d'une terre qui lui est particulière, et qui lui sert de bâse combinée avec l'acide vitriolique; on le trouve dans des carrières où il est contenu dans des pierres dures, mêlées d'argile, de bitume et de soufre, qui s'enflamme aisément; on en trouve même sur les soufrières: il s'élève de ces terreins beaucoup d'exhalaisons enflammées, et l'alun paroit sur la terre en efflorescence; on le recueille avec des balais, et par voie de dissolution et d'évaporation, on le réduit en crystaux; l'alun se durcit à la chaleur, et se dissout au froid et à l'eau.

L'*alun vierge*, est peu transparent; il se fond au feu, sans y devenir fluide.

L'*alun de plume* a des filamens qui le font ressembler à l'amiante, dont il est aisé de le distinguer par le goût.

L'*alun rouge*, ou *de Rome*, se décompose à l'air, après qu'il a été humecté ou calciné.

L'*alun de glace*, ou *de roche*, est blanc transparent ; on l'emploie dans la médecine et dans la teinture.

On modifie l'alun de différentes façons, par le mélange d'autres matières, comme l'*alun de sucre*, qui se fait avec des blancs d'œufs, de l'eau de rose, et de l'alun de glace.

Il y a différentes manières de tirer l'alun ; on fait calciner dans des fours les pierres qui le contiennent ; ensuite on dissout cette chaux dans de l'eau mise sur un grand feu : l'eau en tire tout le sel, qui est l'alun ; et il s'en sépare une terre qui est inutile ; on laisse reposer l'eau imprègnée de ce sel, qui, dans l'espace de plusieurs jours, se crystallise de lui-même.

Le *nitre* est fixe et volatil, d'un goût frais et amer ; on le tire d'une terre grasse et alkaline ; lorsque ce sel est raffiné, il se nomme *salpêtre*. (*Sal petræ*, sel de pierre, parce que ce sel, ou nitre, se tire de la pierre ; ou, comme disent quelques auteurs, le nom de salpêtre est tiré d'un mot arabe, qui exprime sa propriété explosive. Les pierres, ou terres calcaires, sont exclusivement les seules, qui, par leurs mélanges avec les matières putréfiées, fournissent du salpêtre).

Les sels acides (acide, ainsi nommé parce que le goût acide est tranchant et pénétrant), sont le principe de tous les autres sels, et facilitent l'accroissement des végétaux.

L'acide minéral est contenu dans beaucoup

de matières minérales ; c'est le plus fort des acides.

L'acide végétal vient de la terre, et nous est communiqué par les végétaux; on le distingue aisément dans le citron, le vin, le vinaigre, etc.

L'*acide animal* est contenu dans les liqueurs des corps.

L'*acide vitriolique*, qui se trouve particulièrement dans le vitriol, est le plus universellement répandu.

L'*acide nitreux*, est l'*esprit de nitre*, ou l'*eau forte*, qui dissout tous les métaux, excepté l'or. Il est moins fort que l'acide vitriolique.

Les sels alkalis, (1) sont des sels poreux, qui, mêlés avec les acides, produisent une effervescence ; il y en a de minéral, qui est naturel et se forme par la chaleur souterraine, et d'autres qui se tirent des plantes, des animaux et des minéraux.

Le *sel ammoniac* a été nommé ainsi par les anciens, parce qu'on le tiroit de l'Ammonie, contrée de la Lybie, où étoit le temple de Jupiter Ammon.

Le *sel ammoniac naturel* se forme dans les

---

(1) Alkali, mots arabes ; *al*, le ; *kali*, sel. On appèle acide tout ce qui imprime un goût aigre sur la langue ; et alkali, ce qui reçoit les acides avec ébullition et effervescence, et dont le mélange se crystallise en une substance saline.

volcans

volcans et les soufrières ; ces endroits présentent des ouvertures et des fentes, d'où il sort de la fumée, accompagnée d'une chaleur très-sensible : pour se procurer ce sel, on arrange, sans beaucoup d'attention, sur ces ouvertures, des morceaux de pierre ou de pots cassés, de manière que la fumée puisse passer à travers les intervalles, et déposer sur les tessons le sel qui le sublime ; cependant il paroît, par les expériences, que ce n'est qu'une fleur de sel marin sublimé par les feux souterrains.

Le sel *ammoniac artificiel* nous vient du levant, où il s'en fabrique une grande quantité ; la matière dont il se fait, est de la suie, que l'on racle des tuyaux, sous lesquels on a brûlé des mottes de fiente d'animaux, pétrie avec de la paille ; on met cette suie, mêlée avec un peu de sel marin et d'urine de bestiaux, dans des bouteilles de verre rondes, d'environ un pied et demi de diamètre, qui ont un cou haut de quelques pouces.

Les voûtes des fourneaux sont ouvertes par des rangs de fentes parallèles, sur lesquelles on place ces bouteilles bien enduites de terre grasse ; et le reste des fentes est rebouché de briques et de terre, jusqu'au cou des bouteilles qui demeure à l'air ; le fourneau est allumé trois jours et trois nuits. Le premier jour, le flegme (1) grossier s'exhale par une

(1) Flegme, φλεγμα, humeur blanche et froide.

fumée épaisse. Le second jour, les sels acides s'exaltant avec les alkalis, s'accrochent, et s'unissent vers le haut de la bouteille, un peu au-dessous du cou, assez cuite, et on le rebouche avec de la terre grasse; enfin, lorsqu'on voit, par ces épreuves, que la coagulation est épurée et perfectionnée, on ôte le feu, on casse les bouteilles, et on trouve une masse ronde et blanche, qui est le sel ammoniac.

Des Nègres (1).

La variété des couleurs qu'on remarque dans les différens peuples de la terre, étonne au premier aspect; les uns sont plus ou moins blancs; les autres sont gris, olivâtres, bruns, basanés, bronzés, d'un jaûne rougeâtre; d'autres sont noirs; ce sont ceux qu'on nomme *nègres*. Parmi ces noirs, on voit toutes les nuances du brun au noir, comme, dans les blancs, toutes celles du brun au blanc. Il y a des nègres d'un noir d'ébène, et d'autres qui approchent beaucoup du brun.

Cette couleur, si opposée à la nôtre, a été jusqu'à présent l'objet des recherches des physiciens et des anatomistes, et l'on s'est ap-

---

(1) Cet article et les suivans appartiennent à l'histoire naturelle et à la physique.

pliqué à en découvrir la cause, par des observations et des expériences. Si les Nègres se brûlent, la peau qui leur renaît aux parties brûlées, est blanche et ne noircit point. La peur et l'effroi les changent quelquefois au point qu'ils paroissent alors plus bâsanés que noirs. Dans leurs maladies, ils perdent presque entièrement leur couleur, et deviennent pâles à proportion de la violence et de la longueur du mal; on en a vu d'une telle pâleur, qu'à peine les distinguoit-on d'un blanc de foible complexion; leurs cheveux deviennent gris en vieillissant; leur substance moëleuse paroît noirâtre; et cette teinte rembrunie se remarque dans leur substance prolifique; la glande pinéale est presque entièrement noire; leur sang, leur bile et leur fiel, sont d'une couleur beaucoup plus foncée que dans les pays tempérés.

Le corps des Nègres est plus noir après leur mort, qu'il étoit pendant leur vie, quoiqu'il soit devenu fort pâle dans le cours de la maladie.

Les enfans des Nègres sont blancs, à l'exception d'un filet noir à la racine des ongles, et d'une petite marque noire aux parties naturelles; mais, sept à huit jours après, leur peau commence à brunir, et devient bientôt noire; s'ils sont mulâtres, ils deviennent d'un rouge brun, ensuite d'une couleur qui tient le milieu entre le blanc et le noir; on reconnoît à ces

marques les différentes origines ; et elles ne peuvent être long-tems douteuses.

On a vu des Négresses blanches, mariées à des Nègres dont elles ont eu des enfans noirs.

Les Nègres qui habitent au midi de la rivière du Sénégal, et le long de la côte du Cap-Vert, sont très-noirs et bien proportionnés ; de tous ceux que l'on connoît, ce sont les plus beaux et les mieux faits ; ils ont les mêmes idées que nous de la beauté ; et il est parmi eux d'aussi belles femmes, à la couleur près, que dans aucun autre pays du monde ; la peau des Nègres et des Négresses, est très-douce au toucher ; mais, lorsqu'elle est échauffée, elle rend ordinairement une odeur forte et désagréable.

La noirceur des Nègres a été long-tems regardée comme une énigme très-difficile à expliquer ; quelques auteurs, peu versés dans la physique, ont eu recours à l'imagination, et ont débité des fables absurdes : suivant la tradition des Nègres, Noé avoit trois fils, l'un blanc, l'autre bâsané, et le troisième noir ; et ils eurent chacun une femme de leur couleur ; mais, dans cette hypothèse, la question n'est pas plus décidée ; cette supposition expliqueroit pourquoi les trois postérités sont différentes ; mais elle nous laisse dans le même embarras sur la différence des trois pères et des trois mères.

Nous voyons dans les animaux, dans les

fleurs et dans presque toutes les productions de la nature, une variété de couleurs encore plus grande que dans l'espèce humaine ; mais cet examen, loin de nous procurer une explication analogue à la diversité de la couleur des hommes, seroit plutôt capable d'augmenter notre incertitude.

Sans s'arrêter à ces explications ridicules, il est plus simple d'en chercher la cause, en consultant la nature, et en étudiant ses opérations.

L'épiderme, ou la première peau du corps des Nègres, est à-peu-près comme celui des autres hommes ; mais le tissu réticulaire (1) qui se trouve dessous, est noir ; et, comme l'épiderme est transparent, il laisse voir cette couleur noire sur le corps des Nègres, excepté à la peaume des mains et à la plante des pieds ; ces deux parties, dont la peau est plus compacte, sont, dans tous les Nègres, d'une couleur brune, qui approche plus du blanc que du noir.

Nous savons, par l'expérience, que la nourriture, le chaud, le froid, la nature des terreins, la qualité de l'air, les mélanges des races influent sur les couleurs et même sur l'individu entier ; les variétés dans les couleurs des hommes se font aussi remarquer dans les liqueurs

(1) Réticulaire, *rete*, *retia*, filets, parce que cette membrane est composée de petits filets.

essentielles de leurs corps, et il paroît que ces différentes nuances dépendent immédiatement d'un principe huileux qui est commun à tous les fluides de la machine, et qui colore plus ou moins ces fluides et la membrane réticulaire ; ce principe huileux est imprégné de différentes teintes, suivant la combinaison de ce qui constitue la température d'un pays.

Les pays où l'on trouve les véritables Nègres, sont dans la zone torride, le Sénégal, la Guinée et d'autres côtes occidentales d'Afrique, la Nubie et la Nouvelle-Guinée. Les blancs, dans ces contrées brûlantes, éprouvent ordinairement la fièvre et d'autres accidens ; leurs enfans sont bruns ; et, après un certain nombre de générations, ils acquièrent la couleur des naturels du pays : les descendans des premiers Portugais, qui se fixèrent en Guinée et aux environs, en 1450, sont absolument noirs ; on ne reconnoît plus pareillement à la couleur la postérité des Arabes, qui s'emparèrent d'une partie de la Nubie au 7e siècle. Les Nègres, transportés avec des Négresses, dans des latitudes tempérées, perdent de leur noirceur.

Il est d'expérience qu'en général, à proportion que les terres sont plus directement exposées aux rayons du soleil, la couleur des blancs devient plus brune, comme celle des noirs s'éclaircit en s'éloignant de la zône torride. La sécheresse et le froid contribuent aussi à altérer la blancheur de la peau ; c'est pour-

quoi les habitans des pays les plus froids des zônes glaciales sont bruns ou olivâtres.

On n'a point découvert de vrais Nègres en Amérique ; et cela doit être ainsi ; la chaleur y est moins forte qu'en Afrique ; les pluies y sont longues et abondantes ; le terrein est plus élevé qu'en Guinée et au Sénégal.

Nous présumons donc que la couleur de la noirceur des Nègres, est très-naturelle, et dépend de la chaleur et des circonstances locales : si cette théorie, que nous ne garantissons cependant pas, est vraie, il n'y auroit qu'une seule espèce d'hommes.

De la Torpille.

De tous les animaux qui nagent, il n'en est point d'une espèce plus surprenante que la torpille (torpille vient du latin *torpere*, engourdir) ; ce poisson se trouve sur les côtes de France et d'Espagne, dans l'Océan et dans la Méditerranée ; on en voit aussi en Amérique, et dans d'autres endroits, qui ont les mêmes effets que les nôtres, mais qui sont de figures différentes ; les plus grandes torpilles n'ont guère que dix-huit ou vingt pouces ; elles ont le corps plat et cartilagineux ; leur figure est à-peu-près celle d'une raie ; leur peau est glissante, sans écailles sensibles, et pleine de taches ; elles ont les yeux petits ; leur bouche paroît très-petite étant fermée ; mais elle devient fort grande en s'ouvrant ; elle est gar-

nie de dents aigues ; leur dos est couleur d'orange pâle, et leur ventre est blanc.

Si on touche la torpille avec un bâton, on ressent un engourdissement peu considérable ; mais, si on la touche immédiatement, ou par l'interposition de quelque corps peu épais, le membre qui prend cette espèce de communication avec l'animal, s'engourdit tellement qu'il devient immobile ; et en même tems, on ressent une espèce de douleur qui dure deux ou trois minutes dans les autres parties du corps ; l'engourdissement diminue ensuite par degrés, et rarement il dure plus d'une heure ; cette sensation est moins forte lorsqu'on tient le poisson fortement pressé entre les doigts ; et, en le touchant avec une corde ou un filet, ou une autre matière qui fait peu de résistance, on ne ressent point d'effets : la torpille n'a cette vertu que lorsqu'elle est vivante ; on la mange sans danger ; quelquefois même elle peut être maniée assez long-tems, jusqu'à ce que l'impatience de retourner dans l'eau, ou quelque douleur qu'on lui cause en la pressant, lui occasionnent le mouvement par lequel elle produit cet engourdissement qui est assez fort pour obliger à la lâcher.

Cet engourdissement ne ressemble point à celui qui se fait quelquefois sentir dans un membre, lorsqu'ayant été pressé long-tems, la circulation du sang et des autres liqueurs s'y trouve contrainte ; c'est comme une vapeur subite, qui, passant au travers des pores, pé-

nètre en un moment jusqu'aux sources de la vie, d'où elle se répand dans tout le corps, et cause une véritable douleur ; les fibres se contractent aisément, et tellement qu'on s'imagine que tous les os, sur-tout ceux de la partie affectée, sont sortis de leurs jointures : on prévient ces effets, en retenant son haleine ; mais, si l'on tecommence à la laisser sortir, l'engourdissement recommence aussi à se faire sentir.

M. de Réaumur a donné une raison de ce phénomène, qui, sans être pleinement convaincante, paroît du moins vraisemblable ; la torpille a, dit-il, comme les autres poissons plats, le dos un peu convexe ; quand on la touche, cette partie s'applatit, et même devient concave ; on s'apperçoit bien de ce changement ; mais on ne la voit redevenue convexe, que quand on est frappé : par la dissection de ce poisson, on voit que la torpille a deux grands muscles égaux et pareils ; l'un à droite, et l'autre à gauche, qui prennent leur naissance dans l'endroit où finit la tête, et se terminent où commence la queue ; elle est de plus pourvue de fibres musculeuses, parallèles entre elles, et perpendiculaires au dos et au ventre ; dans le moment que ce poisson se sent touché, il retire toutes ces fibres qui sont comme autant de cylindres, et en diminue la hauteur ; en sorte que la surface convexe devient plate, et même concave ; et lâchant le ressort de ces parties, qu'il de-

bande toutes ensemble, la peau cartilagineuse de son corps, par ces coups prompts et réitérés, donne, à la partie qui le touche, un choc qui ébranle les nerfs et les fibres; en sorte que la circulation naturelle étant dérangée subitement, il s'ensuit un engourdissement réel; plus l'endroit où l'on touche ce poisson, est éloigné de ces deux muscles, moins l'impression qu'on ressent est considérable; on peut le prendre sans crainte par la queue; et c'est par où les pêcheurs ne manquent pas de le saisir.

La torpille vit de poissons; elle se sert de cette espèce d'armes, c'est-à-dire, se borne à les toucher pour les engourdir, et même les faire mourir, lorsqu'ils passent contre elle, dans les endroits où elle se tient ordinairement à l'affut, sur le sable ou dans la vase. M. de Réaumur dit, qu'au défaut de poissons, il mit un canard avec la torpille dans un baquet plein d'eau, qu'il couvrit d'un linge, afin que le canard ne pût sortir; quelques heures après, il trouva le canard mort, sans doute parce qu'il avoit touché trop fréquemment la torpille.

On a donné beaucoup d'autres explications de cet effet, qu'il est inutile de rapporter ici; dans une chose aussi difficile à expliquer, chacun a droit de dire son sentiment; des physiciens habiles ont fait sur la torpille et l'anguille de Surinam, des expériences qui tendent à prouver que les phénomènes que présentent ces poissons, sont des phénomènes électriques, quoique la manière dont ils acquièrent l'élec-

tricité, ne paroisse pas avoir rien de commun avec les procédés de l'électricité artificielle.

Des Polypes.

La multiplication des polypes (1) est un des phénomènes les plus singuliers dans la végétation : cet animal est aquatique ; il s'en trouve dans la mer de diverses façons et grandeurs, comme la sèche (2), le calmar (3), et d'autres. Ces animaux ont, à côté de la tête, des bras ou pattes, d'où sortent une infinité de filamens qui s'attachent à leur proie ou aux rochers : on ignore s'ils ont, pour se multiplier, les mêmes ressources que les polypes d'eau douce ; on sait seulement que, si on leur coupe une ou plusieurs de leurs pattes (4),

---

(1) Polype, πολυς beaucoup, πους pied ; animal qui a beaucoup de pieds.

(2) La sèche est un poisson long d'un ou deux pieds, couvert d'une peau mince et ferme, ayant le corps charnu et garni en dedans, sous le dos, d'un os blanc, léger et friable, grand comme la main : cet os est unique dans ce poisson ; il surnage, si on le jète dans l'eau ; c'est cet os qu'on qu'on donne aux serins, pour aiguiser leur bec.

(3) Le calmar est composé comme la sèche ; mais il a la tête entre les pieds et le ventre.

(4) On peut faire cette expérience sur d'autres animaux, comme les limaçons ordinaires ; si on leur coupe les cornes, il en revient d'autres ; et si

elles recroissent ou reviennent en entier comme celles des crapes et des écrevisses : il y a des polypes si petits, qu'ils échappent à la vue simple; tels que ceux qui construisent les coraux (1), les coralines (2), les éponges (3),

---

on leur fend la tête, ou qu'on en coupe une partie, l'animal ne paroît pas fort incommodé de ce retranchement; il se forme une peau nouvelle; et, après un certain tems, tout reparoît au même état qu'auparavant : si on leur ôte absolument la tête, ils se retirent dans leurs coquilles, et y restent enfermés un mois ou six semaines; et comme, pendant ce tems, ils ne peuvent manger, leur corps souffre une diminution considérable; mais, à ce terme, on voit, au milieu de la partie coupée, une espèce de protubérance qui croît peu-à-peu, et devient enfin une nouvelle tête; il en meurt cependant beaucoup de l'opération.

(1) Le corail est rouge ou blanc; on le trouve dans la mer, attaché à différens corps, toujours ses rameaux en bas; on en a trouvé sur des os, sur du verre, et d'autres matières; communément il est attaché sous les avances des rochers, mais toujours dans l'eau : ce qu'on appèle corail noir, est aussi un ouvrage des polypes. La différence du premier corail, qui est le vrai, est que la matière dont il est composé, tient de la nature de la pierre, et que celle du second tient de la corne, et est dure.

(2) Les coralines, les escares, les madrépores, sont des substances qui se trouvent également dans la mer, et qui représentent des plantes, des mousses, ou différens autres objets; leurs formes et leurs figures sont très-variées.

(3) Les éponges sont d'autres substances ma-

et les autres substances qu'on regardoit anciennement comme des plantes.

Les polypes d'eau douce ont, depuis cinq ou six lignes, jusqu'à douze environ de longueur ; leur forme n'a de ressemblance avec celle d'aucun animal ; on leur voit des bras ou pattes très-longs et aussi déliés que des fils d'araignée ; leur corps n'est qu'une espèce de sac, où l'on n'observe rien de ce qui constitue les autres animaux ; ils s'étendent, se courbent, se contractent, et marchent ou avancent, mais très-lentement ; ces animaux se multiplient de toutes façons ; ils font des œufs ; d'autres, ou peut-être les mêmes, poussent leurs petits hors de leur corps ; on en voit quelquefois sortir de la mère, en différens endroits de son corps, un grand nombre à-la-fois, qui, eux-mêmes, en font paroître d'autres, avant d'être sortis tout-à-fait ; ensorte qu'ils semblent un arbre vivant, composé d'une tige et de rameaux : les plus curieux sont ceux qui se multiplient par séparation ; si on coupe cet animal par morceaux en tout sens, sa tête et son corps en plusieurs parties ; si même on retourne sa peau, il se forme, en peu de tems, autant de nouveaux polypes, aussi entiers que le premier : qu'on coupe tous ceux qui viennent de

---

rines, qui servent de domicile à des milliers de polypes, ou d'autres petits animaux d'un ordre particulier.

se former, on en aura bientôt autant d'autres, auxquels il ne manquera aucun membre ; si, sans séparer la tête, on les fend en deux, il y aura deux têtes, au lieu d'une, sur un seul corps ; on en peut faire davantage, en fendant ces nouvelles têtes ; il en est de même des corps. La peau du polype, vue au microscope, paroît intérieurement et extérieurement toute parsemée de petits grains.

Il est aisé de se procurer des polypes, et d'en faire des expériences ; il suffit de ramasser une ou deux poignées de ces lentilles, qui surnagent comme une mousse verte dans les eaux dormantes, et de les mettre dans un vase plein d'eau ; ces animaux ne paroissent que comme des points verts ; mais bientôt ils allongent leurs pattes, qu'ils retirent au moindre mouvement qu'ils sentent : on peut les nourrir avec des petits vers, des pucerons rouges, des limaces, et même des morceaux de viande, ou de poisson ; mais pour les conserver, il faut les changer souvent d'eau.

M. Romé de Lille a pensé que les polypes ne sont que le sac qui contient une infinité de petits animaux réunis ensemble, et vivant sous la même enveloppe, qui agissent de concert par les pattes extérieures et communes, pour attraper leur proie, qu'ils partagent ensuite entre eux ; et que, lorsqu'ils se trouvent trop nombreux, ils forment de nouvelles colonies, qui vont vivre séparément ; et celles-ci d'autres, avec une fécondité prodigieuse : cette

idée ingénieuse, si elle étoit vraie, détruiroit l'espèce d'enchantement de cet animal ; car, il est visible, dans cette supposition, qu'on peut couper ce sac en tout sens, sans ôter la vie à tous ces petits animaux, dont il reste toujours un nombre suffisant pour s'entretenir et faire paroître du mouvement ; il s'en suivroit seulement que les ouvertures faites au sac sont promptement réparées. Mais l'opinion de M. de Lille n'est pas reçue des physiciens. On trouvera dans l'article suivant des réflexions intéressantes sur la faculté réproductive des polypes. On y trouvera aussi des recherches précieuses sur le fluide nerveux et sur le cerveau.

Extrait d'un mémoire lu par le citoyen SUE, *à l'Institut national des Sciences et des Arts, le* 12 *messidor, l'an V.*

On a cherché, dit le savant physiologiste *Sue*, à reconnoître si ce fluide nerveux, ou cette substance qui paroît remplir les nerfs, avoit un mouvement de circulation ; mais tous les efforts tentés jusqu'ici n'ont encore rien appris ; il y a plus ; quoique, selon les anciens physiologistes, le cerveau soit le siége unique du sentiment, et soit regardé comme le foyer d'où partent tous les mouvemens, et où vont se rendre toutes les sensations, cette opinion paroît aujourd'hui sujète à de nombreuses difficultés. Il est certain qu'on a trouvé dans plu-

sieurs animaux, qui paroissoient jouir de la meilleure santé, et même chez l'homme, le cerveau dur comme un caillou.

On demandera, peut-être, comment on peut jouir des fonctions vitales et du sentiment dans cet état d'ossification du cerveau : nous répondrons que nous sommes encore dans une ignorance si profonde sur la nature du cerveau et des nerfs, que nous ne savons pas jusqu'à quel point ceux-ci peuvent le suppléer.

Les nombreuses expériences du célèbre Fontana sur la moële épinière, montrent que plusieurs de ses nerfs ne descendent pas du cerveau, puisque c'est en vain qu'on stimule, ou qu'on excite les parties supérieures de la moële épinière, pour produire du mouvement dans les muscles, auxquels plusieurs de ces filets vont se rendre, et qui restent immobiles : or, cette immobilité fournit une preuve incontestable que les filets nerveux, qui sont la cause de leurs mouvemens, ne descendent pas du cerveau. Tous les anatomistes conviennent que, dès qu'on excite un filet nerveux quelconque, tous les muscles auxquels il se porte, ou dans lequel il se ramifie, se contractent, et entrent en convulsion.

Ce que nous venons de dire sur ces filets nerveux qui ne descendent pas du cerveau, nous paroît mériter la plus grande attention, parce qu'il en résulte qu'ils ont en eux-mêmes tout ce qui appartient au sentiment, et tout ce qui est nécessaire pour le mouvement des

parties

parties auxquelles ils se distribuent ; ensorte que leurs effets ne dépendent en aucune façon du cerveau.

Mais ce qui paroîtra plus surprenant à ceux qui ne jugent que d'après ce qu'ils ont communément sous les yeux, c'est qu'une tortue, dont on emporte la cervelle, vit encore six mois, en exécutant tous ses mouvemens ordinaires ; et si on lui coupe la tête, la circulation du sang continue pendant plus de 12 jours. *Voyez les observvtions de Rédi, page* 126.

Il paroît donc que le siége du sentiment qu'on avoit cru résider uniquement dans le cerveau, peut exister encore dans d'autres parties, et existe réellement dans la moëlle épinière. On demandera comment, lorsqu'il n'y a pas de cerveau, et par conséquent, lorsque la moëlle épinière ne sauroit communiquer directement par son moyen avec le cœur, elle peut recevoir de ce dernier l'action et le mouvement si nécessaires à l'entretien de toutes les parties du corps ? Les mêmes expériences de l'abbé Fontana suffisent pour résoudre cette difficulté, puisqu'il en résulte que plusieurs nerfs de la moëlle épinière, quoique ne descendant pas du cerveau, jouissent cependant, à cet égard, des mêmes avantages, que ceux qui en viennent directement.

Les nerfs sont doués de plusieurs facultés encore très-peu connues. On a eu tort jusqu'ici de regarder la structure des organes servant à la vie, ou qui constituent la vitalité dans certains

animaux, comme appartenant nécessairement à tous, puisque les polypes et plusieurs insectes ne périssent point par des opérations, ou des divisions qui détruisent ordinairement la vie des autres animaux ; que les polypes nous présentent des phénomènes d'animalité bien plus extraordinaires encore, puisqu'après ces divisions, leurs parties reparoissent non-seulement très-animées, mais encore avec celles qui leur manquoient respectivement pour former un individu complet ; qu'ils tirent ces parties presque d'eux-mêmes : effet très-surprenant, et qu'on n'avoit pas encore assez remarqué ! Il paroît de même qu'on en a jusqu'ici supposé beaucoup trop légèrement, que la génération et la réproduction s'opèrent dans tous les êtres animés par des moyens à-peu-près semblables ; la réproduction ayant lieu dans les polypes d'une manière tout-à-fait différente, et la femelle puceronne contrariant entièrement ce qu'on avoit cru invariable par rapport à l'intermédiaire d'une femelle pour donner des œufs ou des petits, puisque la fécondation d'une seule de ces femelles suffit, pour qu'on en voie sortir d'elle une suite de petits, non immédiatement, mais médiatement et successivement les uns des autres.

PHYSIQUE AMUSANTE,

SINGULARITÉS

D'HISTOIRE NATURELLE,

ET

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES.

Ouvrages surprenans de Mécanique.

UN des plus grands mécaniciens que l'Europe ait eu, c'est J. Truchet, carme, plus connu sous le nom de P. Sébastien. Il avoit inventé, pour Louis XIV, une machine à transporter de gros arbres tout entiers, sans les endommager; de sorte, dit le célèbre *Fontenelle*, son historien, que du jour au lendemain, Marly changeoit de face, et étoit orné de longues allées, arrivées de la veille.

Deux tableaux mouvans, que le même mécanicien avoit faits pour Louis XIV, n'etoient

pas moins dignes d'admiration. Le premier, que le roi appeloit son petit opéra, changeoit cinq fois de décoration, à un coup de sifflet qui sortoit du tableau même : c'étoit une petite boule placée au bas de la bordure, qui donnoit ce coup quand on la tiroit un peu : elle étoit aussi le principe de tout le mouvement de cet opéra. Les cinq actes étoient représentés par des figures qui jouoient par leurs gestes ; et exprimoient ainsi les sujets dont il s'agissoit. Cet opéra recommençoit quatre ou cinq fois de suite, sans qu'il fût besoin de remonter les ressorts. Ce tableau, long de 16 pouces 6 lignes, sans la bordure, et haut de 13 pouces quatre lignes, n'avoit qu'un pouce trois lignes pour renfermer les machines, dont le nombre étoit aussi prodigieux que leur délicatesse.

Le second tableau, plus grand encore et plus ingénieux, représentoit un paysage où tout étoit animé : une rivière y couloit ; des tritons, des syrènes, des dauphins nageoient de tems en tems dans une mer qui bornoit l'horizon : on chassoit, on pêchoit ; des soldats alloient monter la garde dans une citadelle élevée sur une montagne ; des vaisseaux arrivoient dans un port ; le P. Sébastien lui-même étoit là, qui sortoit d'une église pour remercier le roi d'une grace nouvellement obtenue ; le roi y passoit en chassant, avec toute sa suite.

Il n'est presque personne qui n'ait entendu

parler du flûteur automate, fait par Vaucanson, vers l'an 1738; c'est une statue de bois, de cinq pieds et demi de haut, copiée sur le faune de Coysevox, qu'on voit aux Tuileries, assise comme lui sur un bout de rocher, et placée sur un piédestal carré, de quatre pieds et demi de haut, sur trois pieds et demi de large. Cette statue qui, sous le ciseau de Coysevox, paroît jouer de la flûte traversière, exécutoit réellement, grace aux soins de Vaucanson, douze airs différens, avec une précision très-étonnante.

Voici le mécanisme de ce flûteur automate: à la face antérieure du piédestal, le paneau étant ouvert, on voit à la droite un mouvement qui, par le moyen de plusieurs roues, fait trouver en dessous un arc d'acier, de deux pieds six pouces de long, courbé en six endroits dans sa longueur, par égale distance, mais en des sens différens. A chaque coude, sont attachés des cordons, qui aboutissent à l'extrémité des paneaux supérieurs de six soufflets de deux pieds et demi de long sur six pouces de large, rangés dans le fond du piédestal, auquel leur paneau inférieur est attaché à demeure, de sorte que lorsque l'arc tourne, les six soufflets se haussent et se baissent successivement les uns après les autres.

Au-dessus de chaque soufflet, est une double poulie, dont les diamètres sont inégaux, pour donner plus de levée aux soufflets, autour du grand diamètre de trois de ces poulies;

du côté droit se roulent aussi trois cordons, qui aboutissent aux paneaux supérieurs de trois autres soufflets placés sur le haut du bâti. Lorsque chaque cordon commence à tirer le paneau du soufflet où il est attaché, il fait mouvoir un levier placé au-dessus, entre l'arc et les doubles poulies : ce levier, par différens renvois, aboutit à la soupape qui se trouve au-dessous du paneau inférieur de chaque soufflet; et les neuf soufflets, mus sans bruit et avec peu de force, communiquent leur vent dans trois tuyaux séparés, dont chacun reçoit celui de trois soufflets.

Pour introduire le vent dans la bouche de la figure, ces trois tuyaux aboutissent à trois petits réservoirs placés dans la poitrine, et forment, par leur réunion, un seul tuyau qui, montant par le gosier, vient former dans la bouche une cavité terminée par deux petites lèvres posées sur le trou de la flûte. Au dedans de cette cavité est une languette mobile, qui ouvre et ferme au vent le passage que lui laissent les lèvres de la figure.

Les mouvemens nécessaires pour modifier le vent qui entre dans la flûte, en variant sa vîtesse suivant ses différens tons, s'exécutent au moyen d'un cylindre de deux pieds et demi de long, sur lequel est un clavier, et de plusieurs claviers, dont sept répondent aux doigts, quatre pour la main droite, et trois pour la gauche. Chaque bout du doigt est garni de peau, pour imiter la mollesse du doigt natu-

rel, et boucher exactement le trou sur lequel il est posé.

En 1754, on a fait voir à Paris un autre automate, qui n'a pas moins excité l'attention des curieux et des physiciens ; il articuloit des mots, et faisoit aussi plusieurs mouvemens semblables à ceux d'une figure animée. Le roi a fait démonter la machine devant lui, parce qu'on répandoit le bruit qu'un enfant caché dans l'intérieur, étoit la cause de toutes ces opérations, dont le principe est toujours une énigme pour le spectateur ordinaire. On a reconnu par l'examen, que l'auteur, pour imiter le son de la voix, s'étoit servi d'une hanche de hautbois, qu'un soufflet faisoit jouer ; l'articulation étoit aussi formée par le moyen d'un cylindre, qui faisoit mouvoir des lèvres. Pour rendre le son plus analogue à celui de la voix humaine, il y avoit un tonneau placé de manière qu'il répondît aux deux autres pièces. La puissance qui mettoit la machine en mouvement, étoit toute renfermée dans une petite boîte ; la simplicité de cet ouvrage étoit ce qui le rendoit plus surprenant.

M. de Kempel, conseiller aulique et directeur-général des salines en Hongrie, s'est montré digne rival de Vaucanson. On voit, dans son cabinet à Presbourg, un automate qu'il a achevé en 1769, et qui peut jouer aux échecs contre les plus habiles joueurs. Cet automate représente un homme de grandeur naturelle, habillé à la manière turque, assis devant une

table de trois pieds et demi de longueur, sur deux pieds et demi de largeur ; cette table, sur laquelle est un échiquier, est posée sur quatre pieds à roulettes, pour pouvoir être changées facilement de situation, et pour éviter tout soupçon de communication. Quand on veut jouer une partie avec l'automate, on est étonné de la précision, et en même-tems de la variété des mouvemens du bras avec lequel il joue ; il lève ce bras, et l'avance vers la partie de l'échiquier où est la pièce qu'il doit jouer ; ensuite, par un mouvement de poignet, il ramène la main au-dessus de la pièce, ouvre cette main, et la referme bientôt pour saisir la pièce, et la placer sur la case où il veut ; après ce mouvement, il repose son bras sur un coussin qui est à côté de l'échiquier ; s'il doit prendre une pièce à son adversaire, par un mouvement entier du bras, il met cette pièce hors de l'échiquier, et revient prendre sa pièce pour lui faire occuper la case que l'autre laissoit vacante.

Le merveilleux de cet automate est qu'il n'a point une suite de mouvemens déterminés ; s'il se meut, c'est toujours d'après la façon de jouer de l'homme qu'on lui oppose ; on essaya une fois de lui faire une petite supercherie, en prêtant à la dame la marche du cavalier ; l'automate n'en fut pas la dupe ; il prit la dame et la remit à la case, d'où on l'avoit fait partir : « tout cela, dit M. Dutems, homme de lettres connu, se fit avec la promp-

titude d'un joueur ordinaire ». J'ai fait, ajoute-t-il, des parties avec plusieurs personnes, qui ne jouoient ni si bien, ni si vîte, que l'automate, et qui, cependant, auroient été fort choquées, qu'on les eut comparées avec lui.

La cause de ce mouvement est dans le jeu de roues, de ressorts, et de leviers, dont la table et la figure sont remplies ; pendant que la partie se faisoit, M. de Kempel se tenoit indifféremment, ou à côté de la table, ou éloigné, quelquefois de cinq a six pieds ; on s'est assuré que l'aiman n'avoit aucune part à la direction de ce jeu, si digne de l'attention du mécanicien le plus instruit.

On voit à Rome, et dans les environs, des orgues hydrauliques ; l'eau seule produit le vent, sans le secours d'aucun souflet, en même tems qu'elle fait aller une roue, dont le pignon engrenne dans un cylindre qui fait lever les touches. La plus curieuse de ces machines, et la mieux entretenue, est celle qui se voit dans la *villa Pamphili ;* les airs en sont justes et agréables, et se répètent en écho.

Dans la cuisine des Augustins de Rome, on remarque un tourne-broche qui va par le moyen de l'eau, et le mécanisme non moins ingénieux de leur marmite, qui avertit, lorsqu'elle bout trop vîte, ou qu'on y met de l'eau en trop grande quantité.

Le père Kirckfer, célèbre jésuite, avoit imaginé et fixé dans sa chambre un tuyau, de manière que, quand quelqu'un l'appeloit,

même à voix basse, à la porte du jardin qui étoit contigue, il l'entendoit aussi distinctement, que s'il eut été auprès de lui, et il répondoit avec la même facilité ; il transporta ensuite sa machine dans son *museum*, et l'adopta avec tant d'art à une figure automate, qu'on la voyoit ouvrir les yeux, et qu'elle rendoit des sons articulés.

En 1680, on fit voir un cheval artificiel, capable de faire, en un jour, sept à huit lieues, dans une plate campagne. *Voyez le Journal des Savans de* 1780.

Sur la divisibilité de la matière.

Quoiqu'on ne puisse décider positivement si la matière est divisible à l'infini, les arts présentent cependant, dans la ductilité des métaux, une idée de sa grande divisibilité. C'est peut-être le secours de l'art qui manque à l'homme ; aussi, pour démontrer ce que la grossièreté de ses instrumens ne permet pas d'exécuter, nous observerons ce que la nature fait faire tous les jours aux plus petits insectes.

Tout le monde connoît ce ver merveilleux, qui produit la joie ; il a sous sa bouche deux filières, par lesquelles il moule ce fil précieux ; des naturalistes en ont trouvé, sur une des coques, 930 pieds, qui ne pesoient pas deux grains et demi ; ce fil, qui échappe presque à la vue, est cependant double, et collé dans toute sa longueur, ce qui revient par conséquent à près de 2000 pieds.

Il en est de même de l'araignée ; cet insecte, qui ne se montre que pour périr, est celui qui peut le mieux nous apprendre jusqu'où la nature sait allonger une liqueur gluante ; la soie, dont elle enveloppe ses œufs, étant plus cassante que celle des vers à soie, ne peut devenir flexible, qu'après avoir été extrêmement divisée ; aussi l'est-elle à un point étonnant ; suivant la découverte de M. de Réaumur, qui a fait une anatomie délicate de cet insecte, il a, près de l'anus, six ouvertures, dont chacune plus fine qu'une tête d'épingle, donne passage à mille fils ; et ces fils sont, à l'égard d'un cheveu, moins gros que ne l'est le *trait doré*, par rapport au cylindre dont il a été tiré ; cette merveille se voit dans une grosse araignée qui fait ses œufs ; que sera-ce des petits qui en sortent sept à huit cents à la fois ? à peine elles sont nées, et déjà elles filent des toiles ; déjà elles fournissent autant de fils que leurs mères. On peut juger de la ténuité de ces fils, et de celle des filières par la proportion qui se trouve entre le corps de la grande araignée et celui des sept ou huit cents qui en sont sorties ; si l'on en faisoit le calcul, même en mettant au plus bas pied, dit l'ingénieux historien de l'académie, on tomberoit dans des abîmes de petitesse, et l'on auroit tort de penser que ce fussent encore là les derniers ; ces petits êtres sont collossaux, si on les compare à mille autres, que la foiblesse de nos yeux nous dérobe.

Placés entre deux infinis, l'un de grandeur,

l'autre de petitesse, il s'en faut de beaucoup que nous appercevions tout ce qui habite sur la terre ; nous voyons depuis l'éléphant jusqu'au ciron ; mais combien nous sommes éloignés de croire, qu'au ciron, commence un peuple d'animalcules dont il est l'éléphant ; qu'une goutte d'eau, grosse comme un grain de millet, en offre jusqu'à 45000 ; qu'un grain de sable, presque invisible, en peut contenir 294,000,000, très-vifs et très-variés ! telles sont cependant les merveilles que le microscope a découvertes à plusieurs physiciens célèbres, à Lewenœck, à Keil, à Malésieu, à Joblot, etc. et qu'il peut découvrir tous les jours dans les infusions des végétaux, jusque dans une goutte de cette écume qui flotte sur les étangs ; mais nous ne sommes point au terme ; dès que nous admettons l'existence de ce petit peuple, nous ne pouvons refuser de reconnoître des parties encore plus petites ; et c'est même l'ordre et le nombre de ces parties, qui mettent ces espèces d'atomes au rang des animaux ; ils ont des muscles, des nerfs, des veines, du sang ; dans ce sang, des esprits, des humeurs ; dans ces humeurs, des gouttes ; dans ces gouttes, des vapeurs, composées elles-mêmes de mille autres corpuscules insensibles, à la vérité, mais étendus, et, par conséquent, susceptibles de division. Que dire de la peau qui les couvre ! hérissée de poil ou de soie, peinte souvent de couleurs différentes, elle porte quelquefois des créatures encore

plus petites, qui en soutiennent une multitude à leur tour ; allons plus loin, s'il est possible ; ces animaux ont des petits; ceux-ci en renferment encore d'autres aussi bien organisés que les premiers ; ainsi de suite, sans qu'on puisse, dit Fénélon, s'arrêter dans cette composition infinie d'un tout si infini. Le microscope, en nous découvrant un nouveau monde, a fait sentir toute la force de ce mot de Paschal sur l'imagination : « Elle se lassera plutôt de concevoir, que la nature de lui fournir ».

Singularités d'histoire naturelle, et divers effets de physique.

En 1757, on fit voir à Londres un homme dont toute la peau, excepté celle du visage, de la paulme des mains et de la plante des pieds, étoit couverte d'écailles brunes, fermes et élastiques; il eut la petite vérole; les écailles tombèrent, et revinrent ensuite ; elles tomboient aussi annuellement en automne et en hiver ; cet homme a eu six enfans qui tous, au bout de neuf semaines, ont été, comme leur père, couverts d'écailles.

Plusieurs plantes fournissent une poussière qui présente deux phénomènes singuliers; en la jetant sur la flamme d'une chandelle, lorsqu'elle est bien sèche, elle prend feu sur-le-champ; il n'y a point de plante dont la poussière soit plus inflammable que celle du lycopodium; on pourroit s'en servir pour imiter

les éclairs dans les feux d'artifice; elle est en usage à l'opéra; elle a l'avantage de donner un feu très-brillant, et qui ne produit aucune fumée; on s'en sert dans le balet des furies, pour procurer aux flambeaux une plus grande quantité de flamme, en un instant et à volonté. On la renferme dans une espèce de globe, percé de petits trous à sa partie supérieure, et entouré d'éponges imbibées d'esprit-de-vin, auquel on met le feu lorsqu'on veut une flamme plus abondante; le danseur secoue son flambeau; cette poussière s'élance à travers la flamme de l'esprit-de-vin, s'embrâse et répand un feu considérable. Une autre propriété de cette poussière, c'est de ne contracter aucune union avec l'eau; en sorte que si, après en avoir frotté ses mains, on vient à les tremper dans l'eau, on les retire sans être mouillées.

La culture des sciences, et principalement de la physique, a fourni bien des fois des moyens d'étonner le vulgaire stupide et grossier: peu de tems après la conquête du Canada, un officier instruit employa un stratagême bien simple pour faire rentrer dans le devoir des sauvages révoltés. Après les avoir rassemblés, savez-vous, leur dit-il, quel maître vous osez braver? quel est mon pouvoir? vous allez en voir les effets: qu'on m'apporte un sceau d'eau. « Ses gens, qui avoient le mot, lui présentent un sceau rempli d'esprit-de-vin; il y mit le feu; les sauvages étonnés,

tombent à ses pieds ». Perfides, ajouta-t-il, c'est ainsi que je brûlerai votre fleuve Saint-Laurent, si vous avez seulement la pensée de vous écarter de l'obéissance qui m'est due ».

C'est sur cette inflammabilité de l'esprit-de-vin, qu'est fondée toute la magie de ces bateleurs qui brûlent un linge aux yeux du peuple, sans que jamais il se consume; on trempe d'abord le linge dans l'eau; on l'exprime un peu, afin qu'il ne soit qu'humide; ensuite on l'imbibe dans l'esprit-de-vin; lorsqu'on met le feu, l'esprit-de-vin brûle, et l'eau empêche la flamme d'attaquer le linge.

On trouve des plantes dont les seules émanations sont inflammables; combien de plantes aromatiques, dont on voit les exhalaisons s'enflammer, lorsqu'on en approche une bougie allumée! la flaxinelle est très-propre à cette épreuve; le roi en fit plusieurs fois l'expérience à Trianon: ce dut être un spectacle plus singulier et plus surprenant encore, lorsqu'on vit naître une véritable inflammation du mélange de deux liqueurs froides; voici le procédé dont les chimistes se servent pour produire ce phénomène; on prend trois gros d'huile de thérébentine; on les verse dans un verre; dans un autre, on mêle ensemble un gros de bon esprit de nitre, et autant de vitriol concentré; on verse, en deux ou trois tems, mais à très-peu de distance l'un de l'autre, ce mélange sur l'huile de thérébentine;

ces deux liqueurs prennent feu ; il en sort une flamme qui s'élance jusqu'à la hauteur de quinze ou dix-huit pouces.

Si l'on établit sur trois petits cloux, ou d'une manière équivalente, une pièce de monnoie de cuivre, d'argent ou d'or, et qu'on allume dessus ou dessous, de la fleur de soufre, la pièce se sépare en deux selon son plan, et fort souvent l'une des deux parties, plus mince et plus cassante, laissé l'autre assez bien marquée, pour ne pas paroître sensiblement diminuée ; aussi, certaines gens abusent-ils de cette opération pour altérer la monnoie.

On peut aussi fondre une pièce de six liards, dans une coquille de noix ; on met, dans cette nouvelle espèce de creuset, deux parties de fleur de soufre, autant de tapure de quelque bois tendre tamisée, trois parties de salpêtre ; on place la coquille ainsi chargée sur du sablon, afin de lui procurer un support qui s'accommode à sa convexité ; on met le feu à la poudre, avec une allumette ; ce mélange s'enflamme et fume pendant quelque rems ; après quoi, l'on apperçoit au fond de la coquille le métal fondu qui se rassemble en forme de bouton.

Vers l'an 1750, on a fait à Naples la découverte d'une lumière perpétuelle ; le prince de Sansévéro travailloit à un procédé chimique ; il ouvrit, à une heure après minuit, quatre cucurbites de verre ; en voulant les examiner un peu de trop près avec une bougie, la matière

tière contenue dans un de ces vases, prit sur-le-champ, et donna une flamme très-vive; il enleva promptement ce vase de la table sur laquelle il étoit posé, et laissa brûler pendant six heures la matière qu'il renfermoit; la flamme, au bout de ce tems, s'étant trouvée aussi belle et toute aussi forte qu'au premier instant, il l'étouffa en couvrant le verre qui en avoit à peine contracté une chaleur sensible. Le lendemain, il voulut inutilement rallumer cette matière dont le poids n'étoit pas diminué; il en mit dans un tuyau de verre, et y enfonça une mèche; il ne put parvenir à lui faire prendre feu, qu'après y avoir ajouté un quart d'once de la même matière; la flamme qu'elle produisoit étoit plus foible que celle d'une lampe ordinaire; elle allumoit une bougie et brûloit la main quand on la tenoit élevée de quatre pouces au-dessus; sa fumée noircissoit le papier à la même distance; on lisoit auprès, sans peine, l'écriture la plus menue; la moindre inclinaison du tuyau la faisoit trembler, de façon qu'elle menaçoit de s'éteindre; mais, étant bien perpendiculaire, elle formoit un cône parfait: elle a brûlé de cette manière pendant six mois, sans mouvement, sans aucun changement pour la clarté, et sans diminution du poids de la matière. Le prince de Sansévéro, pour mieux examiner la nature de cette flamme, fit faire autour une grande lanterne carrée, à laquelle il essaya de mettre un couvercle; la flamme

aussitôt devint tremblante, et fut toute prête à s'éteindre. Il fit faire, à différentes hauteurs, des trous aux parois de la lanterne; chaque fois il observa que la flamme cessoit d'être perpendiculaire, et qu'elle dirigeoit sa pointe vers le trou qui l'attiroit, jusqu'à faire un angle droit avec sa mèche; dès qu'on enlevoit la lanterne, elle reprenoit sa direction perpendiculaire : cette découverte peut justifier la perpétuité des lampes sépulchrales, que des savans ont traitée de fable.

Voici une expérience d'électricité agréable et qui ne cause aucune crainte d'accident; on suspend plusieurs timbres à une planche; celui du milieu est attaché à un fil d'archal, et ceux des côtés, à deux cordons de soie; on isole, entre le timbre du milieu et les timbres latéraux, de petits morceaux de cuivre pour servir de marteaux; lorsqu'on électrise la planche, le timbre du milieu attire les marteaux, les électrise par excès, et les repousse: les timbres qui l'environnent, communiquent avec le plancher, et n'ont que l'électricité naturelle; ils attirent les marteaux, et en reçoivent l'excès du fluide électrique qui leur avoit été donné par le timbre du milieu; les marteaux, ainsi attirés et repoussés par le timbre électrisé, et ceux qui ne le sont pas, les frappent alternativement, et il résulte une espèce de carillon : c'est cette expérience qui a servi de fondement au clavecin électrique,

que le P. de la Borde, jésuite, a inventé; et sur lequel il a fait un livre imprimé en 1760.

Grotte célèbre.

Quelques curieuses que soient plusieurs grottes célèbres, elles ne sont sans doute pas à comparer à celles d'Arcy-sur-Cure, village à sept lieues d'Auxerre.

A cinq cents pas au-dessus de ce village, est une grande roche ceintrée, large d'environ quinze toises, et ouverte en arcade; c'est l'entrée des grottes; elle est assez facile; mais, après quinze ou vingt pas, le terrein s'élève; et pour passer sous la voûte, il faut se baisser et descendre ainsi sur le vrai plan de la grotte; sa largeur en cet endroit est de dix toises; elle en a environ trois cents de profondeur: les congélations, dont ces grottes sont remplies, sont blanches; et la voûte où elles sont attachées, paroît haute de vingt, vingt-cinq et même trente pieds, la hauteur n'étant pas égale par-tout.

Celles qui pendent perpendiculairement du haut de la voûte en bas, forment des culs de lampe de toute grosseur, et qui descendent, les uns plus, les autres moins, avec la plus grande diversité, dans leur configuration; les côtés de la voûte en sont ornés, et quelquefois en si grand volume, que le chemin en est coupé. Elles forment des rustiques admirables, dont les grottes artificielles des jar-

dins peuvent donner une idée, mais qui n'ont pas cet agrément que présentent les productions, qui ne doivent rien qu'à la nature; elles offrent de tous côtés une multitude de figures différentes, où l'imagination retrouve aisément tous les objets qu'elle peut connoître ou se représenter.

Mais, ce qui frappe le plus, ce sont plusieurs colonnes qui semblent cannelées et posées chacune sur son piédestal qui porte sur le plan même de la grotte; ces colonnes ont plus de quinze pouces de diamètre, et sont de la hauteur de la voûte : une congélation plus singulière encore, mérite d'être rapportée ici; une portion de colonne, de sept à huit pieds de hauteur, pendante à la voûte, soutient en l'air un petit dôme de cinq à six pieds de diamètre, creux et évasé comme une coupe, travaillé en ondes, tant en dedans qu'en dehors; il est suspendu en l'air, à la hauteur de six pieds, et n'a d'autre soutien que cette partie de colonne qui tient à la voûte.

Parmi les congélations qui ornent les côtés de la voûte, on remarque à main droite cinq ou six gros tuyaux de six à sept pieds de haut, de huit à dix pouces de diamètre, creux en dedans, et rangés sur un même alignement près l'un de l'autre, cependant sans se toucher; lorsqu'on les frappe avec un bâton, ils rendent différens sons; on les appèle les orgues, et le son qu'ils rendent y a quelque rapport, en ce que l'élévation, la largeur et la profondeur

de ces voûtes, qui sont toutes de pierres, forment par-tout des échos qui répètent et prolongent les sons, les adoucissent par une espèce de roulement qui dure assez pour juger de la longueur des grottes par la nature même du son; il va toujours en diminuant, et l'on ne cesse de l'entendre qu'à une distance sensible.

A gauche de la voûte principale, on trouve des cavités pratiquées dans le rocher, qui ressemblent à de petits cabinets dont l'entrée est étroite et difficile; ils sont également remplis de congélations de toutes sortes de figures: Perraut, qui les vit vers 1670, parle d'un de ces cabinets où il avoit remarqué une espèce de siége et de table formée par des congélations, et à côté un petit bassin où se rassembloit l'eau qui tomboit de la voûte, qui étoit fort claire et agréable à boire.

On trouve de l'eau en abondance dans plusieurs endroits de ces grottes; à soixante pas environ de l'entrée, on voit à droite un amas d'eau, que les gens du pays appèlent l'*étang*; il commence au milieu de la grotte, et s'étend par le côté jusqu'au pied de la voûte, qui s'écarte et s'abaisse beaucoup en cet endroit; cet étang peut avoir quarante pieds de largeur, sur cent trente de longueur. L'eau en est si claire, qu'on y marcheroit sans s'en appercevoir, si l'on n'étoit averti.

A l'extrémité de la grotte, on trouve, d'espace en espace, de petits bassins remplis d'une

eau de même qualité ; ils sont formés par l'inégalité du plan, ou par les morceaux considérables de congelation, répandus par-tout ; mais, ce qu'il y a de plus singulier dans ce genre, c'est l'espèce de parquet, que l'on voit dans le fond même de la grotte ; il est composé d'une multitude de petits bassins en coquilles, chacun d'un pied et demi de largeur ou environ, et tout couverts d'eau, à la hauteur de deux ou trois doigts ; la distillation continuelle, qui forme les congélations et les amas d'eau, n'est presque point sensible ; seulement, on entend, d'un intervalle à l'autre, des gouttes d'eau, qui tombent de la voûte dans les différens bassins dont nous avons parlé.

Vers le milieu de la grotte, on voit dans le roc une ouverture de trois pieds de largeur, à laquelle répond vis-à-vis une ouverture semblable ; elles sont traversées l'une et l'autre dans certains tems de l'année par une espèce de torrent, qui ne se répand point dans le reste de la grotte, à ce qu'assurent les gens du pays.

La hauteur de la voûte étant inégale, ainsi que nous l'avons dit, les diverses parties qui la composent, semblent former autant de grottes différentes, qui toutes sont meublées de congélations, à l'exception d'une espèce de salle assez vaste, où l'on n'en voit aucune : cette différence ne peut être occasionnée, que par la qualité de la pierre qui en forme la voûte ; elle est sans doute trop compacte, pour qu'aucun fluide puisse la pénétrer ; et, dès-lors, il ne peut

se former de congélations : la voûte en est fort élevée, d'une pierre grise, unie, et sans ceintre ; mais tout le plafond est couvert d'une sorte de broderie assez fine, plus brune que le fond de la pierre, guillochée et à compartimens presque égaux, à-peu-près comme les traces que font les vers sur le bois, et qu'on voit lorsqu'on a levé l'écorce à demi-pourrie qui les couvre ; on appèle cette partie de la grotte, *la salle du bal, ou de M. le prince.*

On trouve à chaque pas de nouveaux sujets d'admiration ; on y voit la représentation de toutes sortes d'animaux, de fruits, de plantes, de meubles, d'ustenciles, des parties de bâtimens, des rustiques, des draperies ; enfin, c'est un assemblage très curieux de tout ce que l'imagination peut se représenter en ce genre.

La matière dont ces congélations sont formées, est blanche, raboteuse, et couverte de petites élévations, ou rondes, ou pointues ; celles qui sont pointues, et qu'on détache aisément du corps principal où elles se tiennent, n'ont de blanc que la surface ; à l'intérieur, elles sont percées d'un bout à l'autre, et la matière dont elles sont formées, est jaunâtre, transparente comme du talc de plâtre, avec quelques petits brillans, semblables à ces parties crystallines qui brûlent dans le sel : le blanc qui est à l'extérieur, s'enlève aisément, et ressemble au sucre dont on couvre les fruits ; à l'extrémité des pointes et des culs de lampes, on sent, en y portant la main, que la matière

est plus molle ; dans quelques-unes même, on voit la goutte d'eau, qui n'a pas encore acquis le degré de congélation qui doit la rendre aussi blanche, que le reste de la matière extérieure, à laquelle elle est attachée.

La matière solide qui compose ces différens corps, est rangée par couches circulaires, appliquées les unes aux autres, mais qu'on distingue aisément ; au moyen de ces couches, on peut juger du tems qu'il faut pour les former, de même qu'on juge de l'âge d'un arbre par les degrés d'accroissement que la séve y donne chaque année, et qui sont marqués par les lignes circulaires qu'on y voit, lorsqu'il est coupé horizontalement.

Dorat, dont le pinceau agréable, et le style gracieux, quoique souvent maniéré, sembloit consacré aux seuls tableaux de l'amour, a rendu en vers qnelques-uns des effets de ces grottes célèbres, malgré les difficultés qu'un sujet de cette nature imposoit à la poésie : voici quelques traits de sa description ; c'est la peinture fidèle des effets les plus frappans des grottes du genre de celles dont nous venons de parler.

Par son mobile poids, dans les airs soutenue,
Quelquefois la liqueur demeure suspendue ;
Elle est prête à tomber ; rien ne peut l'arrêter ;
Le doigt, en la touchant, va la précipiter :
Mais bientôt de ces lieux, étonnante magie !
Cette même liqueur, par degrés épaissie,
Se resserre, durcit sous le tact incertain,
Forme un globe solide, et repousse la main :

Ce sont ces changemens dont la pompe mouvante
Orne de ces réduits la scène transparente ;
De-là, ces beaux sallons, de rocailles ornés,
Sans le secours de l'art, avec art ordonnés ;
Ces magiques pilliers, dont la cîme hardie
Observe, en s'élevant, l'exacte symmétrie ;
Ces rocs, qui des rubis dardent tous les rayons ;
Ce buffet d'orgues, prêt à recevoir des sons ;
Ces ifs qui, sans les soins d'une vaine culture,
S'échappent, tout taillés, des mains de la nature.

Il n'y a que la fameuse grotte d'*Anti-Paros* qu'on puisse mettre en parallèle avec celle-ci.

Les grottes où se forment les stalactites et les stalagmites, sont communes : la grotte de Chablais, l'une des moins connues des physiciens, est une de celles qui méritent le plus de l'être ; elle est située dans des rochers affreux, au milieu d'une forêt d'épines, à deux petites lieues de Ripaille, dans la paroisse de Féterne : ce sont trois grottes en voûte, l'une sur l'autre, dans un roc où l'on ne peut aborder qu'en montant par une échelle, et en se tenant ensuite à des branches d'arbres : cet endroit est appelé par les gens du lieu, les *grottes des fées ;* chacune a dans son fond un bassin, dont l'eau passe pour avoir la même vertu que celle de Sainte-Reine, c'est-à-dire, de guérir les maladies de la peau. L'eau qui distille dans la supérieure, à travers le rocher, y forme dans la voûte la figure d'une poule qui couve des poussins ; auprès de cette poule, est une autre concrétion, qui ressemble parfaitement à un

morceau de lard avec sa couenne, de la longueur de près de trois pieds : dans le bassin de cette même grotte, on trouve des figures de ces dragées, connues sous le nom de pralines, et à côté la forme d'un rouet avec la quenouille : peut-être les concrétions stalactites avoient dessiné autrefois une figure informe de femme ; c'est sans doute ce qui fit nommer cette caverne la grotte des fées.

Expériences et découvertes curieuses, autres que celles insérées dans d'autres parties de ce recueil, sur-tout aux chapitres de la Physique et de la Chimie.

Une pointe de rochers escarpés forma le passage à l'armée d'Annibal, sur le haut des Alpes : les historiens disent qu'il la rendit calcinable, ou du moins facile à diviser par le fer, en l'échauffant par un grand feu, et en y versant du vinaigre ; les siècles suivans ont douté de la possibilité du fait : « tout ce que je sais, dit Voltaire, c'est qu'ayant pris des éclats d'une de ces roches à grains, qui composent la plus grande partie des Alpes, je la mis dans un vase rempli de vinaigre bouillant, elle devint en peu de minutes friable comme du sable ; elle se pulvérisa entre mes doigts ».

A la fin du mois d'août 1758, on sema, dans un potager, à Copenhague, quelques grains d'avoine, choisis un à un, et placés dans un certain espace, pour donner plus de

liberté à la végétation ; leurs tiges s'élevèrent bientôt ; on les coupa à plusieurs reprises, pour les empêcher de monter en épis ; ce qu'on ne leur permit qu'au bout d'un an ; mais ce n'étoit plus de l'avoine ; on vit, en sa place, une plante moins commune, que les botanistes connoissent sous le nom de *bromus scialis ;* il n'y eut qu'une seule plante qui produisit plusieurs épis de seigle : cette expérience a fait renaître une ancienne opinion, que les progrès de la botanique avoient fait abandonner ; la transmutation des grains est en effet la seule manière d'expliquer le phénomène dont il s'agit ; voici comme on conçoit qu'elle peut s'opérer ; en coupant la plante à plusieurs reprises, on interrompt la végétation ; le cours en est changé, et conséquemment on en altère le produit. Néanmoins, jusqu'à ce que cette expérience ait été répétée avec les précautions requises, et confirmée davantage, nous ne croyons pas plus à la transmutation des grains, qu'à celle des métaux.

JEUX DE PHYSIQUE.

ARTICLE PREMIER.

Récréations chymiques.

Rallumer une chandelle avec la pointe d'un couteau.

Mettez au bout de la pointe d'un couteau, un petit morceau de phosphore d'Angleterre,

de la grosseur d'un petit grain d'avoine; et ayant mouché une chandelle, éteignez-là à dessein; prenez aussitôt votre couteau; posez sa pointe sur le lumignon de cette chandelle, en écartant la mèche; vous la verrez aussitôt se rallumer; observez qu'il ne faut point la moucher de trop près, afin qu'il reste assez de chaleur pour animer les parties de phosphore.

Couleur qui paroît et disparoît par le défaut d'air.

Mettez dans un flacon bien bouché, de l'alkali volatil, dans lequel vous aurez fait dissoudre de la limaille de cuivre; et vous aurez une belle teinture bleue : si l'on bouche le flacon, cette couleur disparoîtra peu après; et si ensuite on le débouche, la couleur bleue reparoîtra aussitôt; ce qui peut se répéter un assez grand nombre de fois.

Inflammation et imitation du tonnerre.

Prenez une bouteille de verre fort, de la mesure d'environ un poisson; renversez-y une once d'esprit de vitriol concentré; jetez par-dessus deux gros de limaille de fer; bouchez la bouteille; si on agite ensuite la bouteille, et, qu'ayant ôté son bouchon, on mette une chandelle allumée proche l'ouverture de la bouteille, qu'on doit un peu incliner, il se formera aussitôt une inflammation, avec un

bruit considérable, qui sera d'autant plus fort, que la bouteille aura été bouchée pendant quelques instans.

Autre imitation du tonnerre.

Mettez séparément en poudre trois parties de salpêtre fin et bien séché, deux parties de sel de tartre, et deux parties de soufre; mêlez ensuite ces trois drogues, et en ayant mis deux gros dans un cuiller de fer, ou sur une pelle, faites chauffer cette composition sur un feu de charbon, qu'il ne faut pas trop pousser; ce mélange prend feu avec impétuosité, avec une secousse violente et un bruit éclatant, qui ressemble assez bien à un coup de tonnerre; si le cuiller est de fer forgé, et qu'il ait au moins une ligne d'épaisseur, il en vaudra mieux pour l'expérience.

Rose changeante.

Prenez une rose ordinaire, et qui soit entièrement épanouie; allumez de la braise dans un réchaud, et jetez-y un peu de soufre commun réduit en poudre; faites-en recevoir la fumée et la vapeur à cette rose, et elle deviendra blanche: si on la met dans de l'eau, elle reprendra, cinq à six heures après, sa couleur rose: on peut, par ce moyen, donner à une personne une rose branche, qui se trouvera rouge le lendemain matin.

Former une écriture invisible, et la faire paroître quand on voudra.

Écrivez sur du papier un peu fort avec une dissolution de vitriol de mars nouvellement faite, et laissez sécher l'écriture; elle disparoîtra absolument. Quand vous voudrez rendre lisible ce qui est écrit sur le papier, vous passerez dessus, avec un pinceau de poil doux, un peu d'infusion de noix de galles, aussi nouvellement faite, et qui n'ait point boulli.

C'est avec ces deux liqueurs mêlées ensemble, qu'on fait l'encre commune; quand elles sont réunies, de quelque manière que ce soit, elles produisent du noir.

Encre sympathique d'or.

Faites dissoudre dans de l'eau régale autant d'or qu'elle en peut dissoudre, et affoiblissez ensuite cette forte dissolution, avec deux ou trois fois autant d'eau commune distillée.

Faites dissoudre à part de l'étain fin dans l'eau régale, et, lorsque le dissolvant sera bien chargé de cette substance métallique, ajoutez-y une pareille quantité d'eau commune distillée.

Écrivez sur du papier avec cette dissolution dor; et laissez bien sécher à l'ombre les caractères que vous aurez écrits, lesquels ne paroîtront pas pendant les premières sept ou

huit heures ; trempez un pinceau, ou une petite éponge très-fine, dans la dissolution d'étain, et passez-la bien légèrement sur cette écriture invisible ; elle paroîtra aussitôt de couleur de pourpre foncé.

L'écriture dans la poche.

Prenez plusieurs petits carrés de papier, et écrivez en tête avec de l'encre ordinaire différentes questions, telles que vous jugerez à propos ; au bas de chacune de ces questions, écrivez leurs réponses avec l'encre sympathique d'or, dont nous avons donné ci-dessus la composition : conservez ces papiers, en les tenant bien enfermés dans un livre ou porte-feuille ; et, lorsque vous voudrez vous en servir, présentez-les à une personne ; dites-lui de choisir telle question qu'elle désirera, de mettre ensuite ce papier dans sa poche, et de le poser chez elle sur sa cheminée, ou dans tout autre endroit où il ne soit pas renfermé, et que le lendemain il se trouvera qu'on aura écrit au bout de ce papier la réponse à la question qu'elle aura faite.

Encre sympathique jaûne.

Prenez des feuilles de la fleur qu'on nomme communément *soucy*, et mettez-les tremper, sept à huit jours au moins, dans du bon vinaigre blanc distillé ; pressez le tout, et en tirez une

eau claire, que vous garderez dans une bouteille bien bouchée ; si vous voulez une couleur plus pâle, en vous en servant, vous y mettrez alors plus ou moins d'eau.

Encre sympathique rouge.

Prenez de l'esprit de vitriol, ou bien de nitre noyé dans huit à dix fois autant d'eau, pour avoir une encre plus ou moins rouge.

Encre sympathique verte.

Faites dissoudre, dans une suffisante quantité d'eau de rivière, du sel de tartre blanc, et le plus sec que vous pourrez trouver.

Encre sympathique violette.

Exprimez le jus d'un citron, et le conservez autant qu'il se pourra dans une bouteille bien bouchée ; tout ce que vous écrirez sur du papier, et tous les corps blancs, tels que la toile et la soie, que vous aurez trempés dans ces encres, paroîtront dans les couleurs ci-dessus désignées, lorsqu'on les aura trempés dans une infusion de tournesol.

Encre sympathique tirée du safre (1).

Faites dissoudre du safre dans de l'eau ré-

(1) Minéral de couleur bleuâtre, dont on fait le bleu d'émail.

gale,

gale, autant qu'elle en pourra dissoudre, à l'aide d'une douce chaleur ; décantez cette dissolution, jusqu'à ce qu'elle soit bien claire ; versez y de l'eau distillée en assez grande quantité : cette préparation faite, ayez quelques dessins gravés au trait seulement, ou peu ombrés ; enluminez-les dans certaines parties avec cette liqueur, que vous emploirez avec la plume ou le pinceau. Le papier, en se séchant au frais, ne gardera aucune marque sensible de cette enluminure ; dès qu'on le chauffera, le dessin paroîtra d'un beau vert bleu, par-tout où le pinceau aura passé : l'habit d'un cavalier, la robe d'une femme, un bouquet de fleurs, dessinés sur un écran, prendront couleur sous les yeux d'une personne qui s'en servira devant le feu.

Le Bouquet magique.

Faites faire par les ouvriers, qui font des fausses fleurs, une certaine quantité de feuilles faites avec du parchemin blanc, et des petites fleurettes de toile ou coton blanc ; tels que des roses, des jonquilles, des œillets, enfin toutes autres que vous jugerez les plus convenables ; lorsque vous aurez ces différentes feuilles et fleurs, trempez les roses dans l'encre sympathique rouge, les jonquilles dans l'encre sympathique jaûne, les œillets dans celle qui est violette, et les feuilles dans l'encre sympathique verte. Laissez sécher le tout, et les

assemblez ensuite pour en former plusieurs bouquets, qui paroîtront tous blancs.

Si vous trempez un de ces bouquets dans un vase rempli d'eau, dans laquelle on aura fait tremper du tournesol, toutes les fleurs et les feuilles différentes se coloreront aussitôt, eu égard aux différentes espèces d'encres sympathiques, dans lesquelles elles auront été trempées.

Faire trouver sur une carte blanche, enfermée et cachetée dans un papier, une figure semblable à une autre carte tirée du jeu.

Ayez une carte blanche sur laquelle vous dessinerez un as de pique, avec du jus de citron; faites tirer adroitement à une personne, par exemple, un as de pique, et dites-lui de le cacher; montrez lui une carte blanche, ou faites lui en choisir une parmi quantité d'autres également préparées; enfermez la carte choisie dans un papier, de la même manière que si vous faisiez une enveloppe à une lettre, et en la cachetant à l'endroit où se trouve l'as de pique dessiné avec du jus de citron, la chaleur de la cire fera paroître ce point; donnez cette lettre à la personne qui a choisi l'as de pique, en lui disant de l'ouvrir, et qu'elle y trouvera une carte semblable à celle qu'elle a tirée du jeu (1).

(1) Une preuve que les récréations physiques et

ARTICLE II.

Illusions de l'optique, et diverses problèmes amusans.

Une pièce d'argent ayant été mise dans une assiette, en faire paroître deux, dont l'une soit beaucoup plus grande que l'autre.

Remplissez d'eau claire un gobelet de verre, et mettez y une pièce de monnoie, par exemple une pièce de vingt-quatre sols; posez une main sous l'assiette, et l'autre sous le gobelet, et renversez le tout promptement, afin

---

mathématiques peuvent mener à de grandes découvertes, par des rapports et des analogies qu'on ne soupçonne pas, et que l'œil du génie peut apercevoir, c'est qu'il paroît que la *pasigraphie*, dont nous avons déja parlé dans ce recueil, au premier volume, en traitant de l'érudition universelle, est due à un simple jeu de société, où, pour deviner la pensée de quelqu'un, on lui demande dans quelle classe est rangé l'objet de sa pensée, puis dans quel genre, puis dans quelle espèce, etc. On se rappèle que le but de l'auteur de la pasigraphie (le citoyen Déménieux), dans ce nouvel art, est de tracer une écriture qui puisse être comprise par ceux qui parlent divers langages, pourvu qu'ils aient étudié la pasigraphie: c'est un langage nouveau, mais fondé sur un principe différent de

que l'air n'ayant pas le tems d'entrer, l'eau ne puisse pas s'échapper : si l'on regarde la pièce qui se trouvera sur l'assiette, elle paroîtra de la grandeur d'un écu ; et on la verra en outre dans sa même grandeur, un peu élévée au-dessus de cette première ; ce qui fera croire à ceux qui ne connoissent pas les effets singuliers de la réfraction, qu'il y a effectivement sous le gobelet un écu et une pièce de vingt-quatre sols.

Portrait magique.

Ayez un miroir rond et convexe, de ceux qui diminuent de beaucoup les objets, et qu'il ait environ trois pouces de diamètre ; avant

---

celui de toutes les langues existantes. L'inventeur a créé douze caractères ; il a ensuite divisé tous les objets de la nature en douze grandes classes : pour exprimer un mot, on écrit d'abord un des douze caractères, qui désigne la classe à laquelle le mot appartient, celle des animaux, par exemple ; pour second caractère, on emploie encore un de ces mêmes signes, mais qui, posé à la seconde place, indique une subdivision de la même classe ; supposons une bête de somme ou de trait ; un quatrième la particulisera encore davantage, et désignera un cheval ; ainsi des autres cas : d'un substantif, on peut faire un verbe, un adverbe, un adjectif, au moyen des accens qui indiquent ces diverses modifications ; c'est une langue nouvelle, mais une langue qui peint, non la parole, mais les idées.

de le faire mettre au teint, collez y une tête peinte, dont la partie du visage, ainsi que celle qui fait le fond du tableau, soit découpée à jour, de façon qu'il ne paroisse derrière la glace, autre chose que la coëffe et la partie de draperie qui forme le buste de cette figure; cette préparation étant faite, faites étamer ce miroir du même côté que vous avez mis la peinture, et posez le dans sa bordure; lorsqu'une personne se regardera dans ce miroir, en s'éloignant à la distance convenable, afin que la représentation de son visage paroisse de la même grandeur, et remplisse entièrement l'ouverture faite au papier peint et découpé, elle verra son portrait peint en miniature et au naturel, différemment coëff e et habillée. Une jeune dame verra si l'habillement d'un cavalier lui sied bien; une personne âgée, si les ajustemens de la jeunesse ne pourroient pas retrancher, en apparence, quelques-unes de ses années: une coquette, qui auroit une suffisante quantité de ces tableaux magiques, représentant ses différentes coëffures, que la mode change si souvent, pourroit se faire apporter le matin à sa toilette cette agréable collection, afin de se déterminer plus promptement sur le genre de coëffure qui lui convient ce jour-là.

Découvrir sur un cadran l'heure à laquelle une personne a secrètement choisi de se lever.

Dites à une personne de poser l'aiguille de sa montre sur une des heures, par exemple sur VII; ajoutez en vous-même le nombre XII à l'heure ainsi indiquée; ces deux nombres forment XIX : supposons encore que l'heure où la personne a résolu de se lever soit IX; dites lui de compter jusqu'à XIX, en l'obligeant seulement de ne compter que depuis l'heure qu'elle a choisie secrètement, et de partir du nombre VII indiqué par l'aiguille; alors elle tombera juste sur IX, qui est l'heure qu'il faut découvrir. Pour comprendre ce problême, il suffit de faire attention qu'en comptant par 1 sur le nombre VII, et ainsi rétrogradant sur IX, on trouvera XI; que par 2, on auroit XII, etc.: d'où il suit que, si l'on compte IX sur VII, toujours en rétrogradant, on trouvera XIX sur le nombre IX.

Trouver l'heure au soleil, sans cadran.

Levez les mains en l'air à la hauteur de votre visage; étendez-les, et faites en sorte qu'elles soient élevées également, autant qu'il sera possible; collez vos pouces l'un contre l'autre par leur bout, et écartez vos mains le plus que vous pourrez : tournez les ensuite

perpendiculairement étendues du côté du soleil, de façon que l'ombre du doigt du milieu de la main gauche, porte sur les doigts de la main droite.

Si l'extrémité de cette ombre se termine au bout du doigt du milieu de la main droite, il est six heures du matin ou du soir ; si elle se termine au bout de l'index, il est sept heures du matin, ou cinq du soir. Il en est huit du matin, ou quatre du soir, si c'est à la première jointure de l'index ; neuf, ou trois, si c'est à la seconde jointure ; dix, ou deux, si elle se termine à la troisième ; onze, ou une, si c'est à la racine de l'index ; enfin midi, si la terminaison se fait au milieu du grand muscle qui sépare le pouce de l'index : il faut observer que ce cadran n'est bien sûr que les jours des équinoxes, ainsi que quelques jours avant et après le 21 mars, et le 23 septembre.

Tours de Cartes.

Après avoir fait mêler un jeu, vous en faites tirer une carte ; puis vous disposez les autres en deux tas, et vous y faites poser celle qu'on a tirée sur un des deux tas, ayant cependant mouillé le dos de votre main droite avec de la salive, et mis les deux mains l'une dans l'autre ; vous poserez le dos de la droite sur le tas où l'on a mis la carte ; par ce moyen, vous l'enleverez, et en tournant un tour, vous

la mettrez dans votre chapeau, la figure en dessus, pour voir ce que c'est : vous faites mettre une main sur le tas, où l'on a mis la carte qu'on a tirée ; pendant ce tems-là, vous prenez l'autre, et la mettez sur la carte qui est dans le chapeau ; vous remettrez le second tas sur la table, avec la carte dessus ; vous demanderez ensuite à la personne où elle a mis sa carte ? *sur le tas où j'ai posé la main*, répondra-t-elle. Vous direz qu'elle est sur l'autre ; et vous la leverez, après l'avoir nommée, pour étonner bien davantage ceux qui seront spectateurs.

Paroître deviner toutes les cartes d'un jeu, les unes après les autres.

Éloignez-vous de deux ou trois pas, battez les cartes, et tâchez de remarquer celle de dessus, et celle de dessous ; mettez ensuite le jeu derrière votre dos, et annoncez que vous allez tirer le roi de pique, que nous supposons avoir été remarqué ; vous le tirez en effet ; mais, en même tems, vous en tirez une autre, que vous regardez subtilement, et que vous annoncez, en jettant l'autre sur la table ; ainsi de suite, jusqu'à la fin du jeu.

Trouver la carte que quelqu'un aura pensée.

Divisez les cartes en cinq ou six tas, de cinq ou sept cartes chacun ; mettez les tas l'un

après l'autre ; demandez dans lequel est la carte pensée, et comptez les cartes de chacun ; mettez ensuite les tas les uns sur les autres, ensorte que celui où est la carte soit dessous ; il faut encore faire autant de tas, qu'il y avoit de cartes dans celui où étoit la carte ; mais, en faisant ces seconds tas, n'employez pas tout le jeu ; gardez autant de cartes qu'il en faut, pour en mettre une sur chaque tas ; remontrez ensuite les tas l'un après l'autre, et demandez de nouveau où est la carte ; elle sera précisément la première du tas qu'on vous indiquera.

Paroître deviner, tout d'un coup, la carte que quelqu'un aura pensée.

Prenez un jeu de cartes ; ouvrez-le, afin qu'on en pense une ; faites ensuite battre les cartes ; quand on vous les aura rendues, vous en pousserez une hors du jeu, avec la pointe d'un couteau ; quand elle est un peu sortie, vous dites qu'on la tire, que c'est celle qu'on a pensée : *Ozaïam*, qui indique ce tour comme celui qui doit terminer tous les autres, recommande de donner un coup du manche du couteau sur les doigts de celui qui l'a tirée ; ce qui fait rire la compagnie.

Choix de secrets utiles et curieux.

Moyen de découvrir si on a mêlé de la litharge dans le vin.

Prenez de la lessive de chaux vive et d'orpiment; mettez-en six gouttes dans une once de vin; il se troublera, et deviendra noir comme l'encre.

Autre moyen : versez dix gouttes d'huile de vitriol, sur trois onces de vin; s'il y a de la litharge, il deviendra blanc, comme du petit lait.

Moyen de colorer le vin.

Otez deux ou trois bouteilles de vin de la pièce; prenez une demi douzaine d'œufs; cassez-les dans un plat; mettez-y une bouteille d'eau, et broyez le tout ensemble, blanc, jaûne, coquille; mettez le tout dans la pièce; remuez avec un bâton; puis remplissez la pièce de vin, et laissez-la reposer quelques jours.

Moyen de conserver toutes sortes de fruits pendant plusieurs années.

Prenez un vase de verre, dont l'ouverture soit assez large pour y faire entrer les fruits, sans les blesser; séchez-le un peu devant le feu, tant pour raréfier l'air de l'intérieur du

vase, que pour chasser l'humidité qui pourroit se tenir cachée à ses parois; mettez-y ensuite les fruits qui soient sains et entiers, et qui ne soient ni trop verds, ni trop mûrs; prenez garde sur-tout qu'ils ne soient point humides; mettez un bouchon, ou un couvercle sur le verre, et le scellez hermétiquement, c'est-à-dire, unissez la marge du couvercle, et les bords de l'ouverture, par la fusion, à la flamme d'une lampe, ensorte qu'ils ne fassent ensemble qu'un même corps; si cette opération vous paroît trop périlleuse, (car, en effet, le verre peut se casser, s'il est trop chauffé) servez-vous de quelques luts, dont se servent les chimistes, pour conserver leurs esprits : un des plus estimés, est celui qu'on fait avec de la farine et du blanc d'œuf, mêlés et battus ensemble, en y ajoutant du sang de dragon, et un peu de croûte de fromage de Hollande; le tout doit fournir une pâte déliée, avec laquelle on colle des bandes de papier sur la jointure du vase et de son couvercle, en observant que les bandes supérieures soient toujours plus larges, que les inférieures; lorsque le vase sera lutté, placez-le dans un endroit, qui ne soit, ni trop chaud, ni trop froid; par exemple, dans une cave profonde, dont l'air ait peu de communication avec celui du dehors; ou dans un cabinet, où, à la faveur d'un poële et d'un thermomètre, on entretiendra une température d'air égale : on peut être assuré que les fruits se conserveront parfaitement bien

dans ce vase, et qu'ils n'éprouveront aucun changement sensible.

Manière de retirer du sucre de plusieure plantes de notre pays.

Les travaux multipliés des chimistes sur les substances des différens règnes de la nature, n'ont pas toujours été infructueux; d'heureuses expériences leur ont fait découvrir, que plusieurs plantes de notre pays contiennent du sucre, parfaitement semblable à celui qu'on a cru fort long-tems ne pouvoir être retiré que de la canne à sucre : les racines de la bette-blanche, du chervi, de la bette-rouge, vulgairement appelé bette-rave, donnent du sucre, en employant le procédé suivant : on coupe ces racines par tranches; on les expose à l'air, dans un endroit où elles ne puissent point contracter d'humidité; lorsqu'elles sont bien séches, et conséquemment privées de leur mucilage, on les met dans un matras; on verse par dessus de l'esprit-de-vin, à la dose de deux livres, sur une demi-livre de racine; on expose le matras dans l'eau bouillante, pendant un certain tems; on filtre la liqueur; on la verse dans une bouteille qu'on bouche exactement; le suc se crystallise au fond, comme nous voyons arriver aux sirops, qui ont excès de sucre; la bette-blanche est celle qui donne le plus de sucre; elle en donne une once par livres; le chervi, six gros; la bette-rouge, cinq

Secret pour la bonne encre.

Prenez du vitriol vert, deux onces; de la noix de galle, trois onces; deux onces de gomme arabique, une once de sucre, et une demi-once de vitriol bleu; mettez le tout en poudre dans un pot de terre vernissé; versez dessus une pinte d'eau bouillante; mettez le mélange sur les cendres chaudes pendant 42 heures, en l'agitant de tems en tems; laissez déposer pour tirer à clair, et faites bouillir le marc dans une chopine d'eau, pendant une bonne demi-heure, pour l'ajouter à la première liqueur.

Moyen de produire de la variété dans les fleurs.

Un bon moyen pour perfectionner les plantes, et leur faire donner des fleurs doubles, au lieu de simples, c'est de les transplanter souvent; par exemple, d'abord dans le printems, ensuite en automne, puis encore au printems suivant, et ne les laissant pas fleurir dans tout tems; par ce moyen, des giroflées simples sont parvenues à porter des fleurs doubles. 2°. Pour diversifier la couleur d'une fleur, il faut l'arroser uniquement avec de l'eau, teinte à fond de la couleur dont on veut qu'elle soit. 3°. Un autre moyen plus sûr et plus facile de se procurer des fleurs diversifiées, soit pour la couleur, soit pour la multiplication des fleurs, est

de semer les graines de ces plantes, quand elles étoient sauvages; car, si vous semez la graine d'une giroflee simple, par exemple, dans un bon terrein, entre grand nombre qui porteront des fleurs simples, vous en trouverez qui porteront des fleurs doubles, et quelques-unes d'une odeur, autre que celle de la mère-plante; vous pourrez ensuite les multiplier de bouture et de marcotte : les plantes, qui sont les plus propres à les diversifier ainsi en les semant, sont les giroflées, les anémones, les oreilles-d'ours, les œillets, les tulipes, les violiers jaûnes, les pieds d'alouettes, les marguerites, les violettes, les crocus, et les hépatites.

Moyen de varier la couleur des roses.

Pour avoir des roses, ou d'autres fleurs, blanches, rouges, vertes, jaûnes, incarnat, il faut prendre une terre grasse, la faire sécher au soleil, et la réduire ensuite en poudre très-fine; on la met dans un pot, où l'on plante telles fleurs que l'on veut, en observant de ne les arroser qu'avec ce qui suit : si on les veut rouges, on fait bouillir dans l'eau du bois de brésil, coupé menu, jusqu'à ce que l'eau soit réduite au tiers; lorsqu'elle est refroidie, on arrose la plante soir et matin, jusqu'à ce qu'elle paroisse avoir pris racine, et qu'elle soit hors de danger; après quoi, l'on peut l'arroser avec de l'eau ordinaire : les veut-on vertes?

on fait bouillir de l'eau comme ci-dessus, avec le fruit de l'arbrisseau nommé nerprun, et dans quelques endroits, bourg-épine.

Pour les avoir jaûnes, on prend le même fruit, non mûr; et de sa décoction, on arrose, au moins l'espace de quinze jours; enfin, si on les veut noires, on emploie de la même façon de la noix de galles, avec un peu de vitriol : il faut observer qu'avec ces divers arrosemens, la tige retient partie de sa couleur naturelle, et partie de sa couleur artificielle : veut-on les avoir de trois couleurs? on arrose le matin un côté de la plante d'une eau colorée, et le soir l'autre côté, d'une couleur différente, de manière qu'elle soit imprégnée, le matin et le soir, de deux couleurs.

Autre manière de faire venir des roses vertes, et des jaûnes.

La nature ne produit jamais des roses vertes, si elle n'est secondée par l'art; c'est l'effet d'une greffe, qui leur donne cette couleur; et il est très-facile de s'en procurer; il y a bien des années qu'on s'est avisé de faire venir des roses jaûnes; c'est la même opération. Plantez un houx auprès d'un rosier; et, lorsqu'il a pris racine, fendez un brin de ce houx par le milieu; insinuez-y un brin de votre rosier, jusqu'à un œil que vous faites passer de l'autre côté; puis, quand l'œil de votre rosier, que

vous avez fait passer au dehors, a poussé son jet, coupez le rosier de l'autre côté de la branche du houx; les roses qui en proviendront, seront vertes. Pour avoir des roses jaûnes, on fait la même opération sur un genest, au lieu du houx.

Manière d'avoir des pêches, ou des pommes d'api, qui portent le chiffre de votre maîtresse, ou telle autre inscription.

Tout le monde sait que le soleil est le principe de toutes les couleurs. Les années où l'été est sec et chaud, les fruits sont très-colorés, au lieu que, lorsqu'il arrive des pluies continuelles, ils sont pâles, aqueux, et insipides; c'est sur ces observations qu'est fondé le procédé suivant : on figure, avec du papier, les lettres dont on veut que les fruits ayent l'empreinte; on les colle, avec un peu de gomme, sur la surface des fruits exposés au soleil; en été, on en écarte les feuilles qui les environnent, afin qu'ils puissent recevoir plus facilement les rayons de cet astre : les parties des fruits, qui ne sont point couvertes de lettres, prennent une couleur rouge très-foncée; lorsque les fruits sont mûrs, on enlève les lettres; les parties qu'elles couvroient, et qui n'ont pas reçu l'influence du soleil, représentent en blanc les lettres figurées en papier; on peu, à la place des lettres, mettre des armes, une devise, un chiffre, ou telle autre figure.

Moyen

Moyen de faire une eau des Barbades, très-bonne et très-fine.

Prenez des citrons; rapez-en l'écorce avec un morceau de sucre; par ce moyen, vous briserez les cellules qui renferment l'huile essentielle; lorsque le sucre en sera suffisamment chargé, vous en raclerez la surface imprégnée, avec un couteau; vous mettrez ce sucre dans un mortier de marbre, ou de verre; vous en ajouterez d'autre, s'il n'y en a pas assez; vous le dissoudrez dans une quantité suffisante d'eau, et vous y mêlerez de l'esprit-de-vin; vous agiterez le tout, et le laisserez reposer pour le clarifier : ce ratafiat est bon à prendre sur-le-champ.

Ratafiat de coing.

Ayez des coings assez mûrs; rapez-les; laissez-les macérer une couple de jours; puis exprimez le jus; prenez une pinte de ce jus, et une pinte de bonne eau-de-vie; mettez-les pendant quinze jours en digestion; ajoutez-y alors douze girofles en poudre, un gros de canelle, et une livre de sucre; faites digérer de nouveau, pendant quinze autres jours; filtrez au bout de ce tems, et conservez dans des bouteilles.

Ratafiat d'œillet.

Ayez quatre onces d'œillet à ratafiat ; faites-les infuser dans une pinte d'eau-de-vie avec cinq à six girofles, pendant un mois ; au bout de ce tems, ajoutez six onces de sucre fondu dans une chopine d'eau ; le tout étant mêlé, filtrez et gardez.

Il y a d'autres ratafiats qui se font avec des liqueurs déja distillées, ou auxquelles on donne une consistance huileuse : on les appèle essence ou huile. Exemple :

Essence d'anis.

Prenez quatre onces de bon anis ; ajoutez-y deux gros anis de la Chine, et un gros de bois de Rhodes ; versez dessus une pinte d'eau-de-vie ; laissez macérer pendant une journée ; mettez le tout dans un alambic avec une chopine d'eau, pour distiller à feu une pinte de liqueur : ajoutez à cette pinte une livre de sucre fondu dans une pinte d'eau ; et, après quelques jours de digestion, filtrez.

Lorsqu'on veut colorer ces sortes de liqueurs, on prend, par exemple, un peu de cochenille et d'alun, que l'on pile ensemble, pour les faire digérer sur de l'esprit de vin ; ce qui donne une teinture rouge, dont on met dans le ratafiat ce qu'il en faut pour lui donner la nuance qu'on désire. Le safran, traité de la

même manière, donne le jaûne ; le tournesol donne le bleu, ou plutôt le violet.

Huile de fleur d'orange.

Mettez infuser dans une pinte d'eau-de-vie, pendant quinze jours à-peu-près, des fleurs d'orange entières, au poids d'une demi-livre : au bout de ce tems, passez et exprimez fortement ; faites un syrop avec une partie de sucre et deux parties d'eau, et mêlez à votre pinte d'eau-de-vie, une pinte et un poisson de ce syrop : agitez bien le tout ; laissez-le digérer pendant quelques jours, puis filtrez au coton.

Cette manière de filtrer nous engage à dire un mot de cette opération importante dans l'art de faire des liqueurs. Filtrer, c'est faire passer une liqueur à travers un papier gris, plié en forme d'entonnoir ; lorsque les liqueurs sont trop épaisses, on lui substitue du coton cardé, qu'on met au fond d'un entonnoir de verre, en l'y pressant fortement. Il faut toujours tenir les entonnoirs couverts, afin d'empêcher l'évaporation des liqueurs : quelquefois encore on prend des chausses, qui sont des morceaux d'étoffe, taillés et cousus en forme de capuchon ; on y passe quelques liqueurs, sur-tout celles qu'on croit être trop grasses : on peut même dégraisser ces dernières, en y délayant un peu de lait, qui ne tarde pas à s'y grumeler, et à s'attacher aux parties les plus grossières ; on y mêle encore, au lieu de lait,

un peu de pâte d'amande épuisée dans son huile.

Autres récréations physiques et mathématiques.

La science de la physique et des mathématiques, si utile et si nécessaire pour toutes les autres sciences dont elle est le principe, s'étend aussi sur nos amusemens les plus agréables ; ils nous affectent d'autant plus, qu'étant purement intellectuels, l'esprit seul y a part ; aussi, ils ont été, de tous les tems, le délassement des personnes les plus célèbres et les plus distinguées. Ce n'est pas le seul avantage que nous procurent ces amusemens : il est constant qu'ils contribuent beaucoup à orner l'esprit, et à lui donner une justesse géométrique, aussi satisfaisante qu'elle est indispensable dans toutes les affaires de la vie. Ils nous procurent aussi de plus grandes connoissances, et peuvent souvent mener à des découvertes imprévues et de la plus grande utilité.

L'esprit a ses plaisirs qui lui sont particuliers ; il se plaît à démêler une difficulté, à dévoiler un mystère que d'autres ne peuvent comprendre ni découvrir : on a même une secrète satisfaction d'être étonné d'abord d'un effet, par le plaisir qu'on se propose d'en approfondir la cause : voilà de ces jouissances pures, qui ne laissent ni regrets, ni remords.

Ce qui a paru dans ce genre depuis deux siècles, a toujours été favorablement accueilli ;

Bachet de Méziriac a traité un des premiers, des diverses récréations et problêmes sur les nombres; mais personne n'a écrit plus savamment sur les agréables illusions de l'optique, que le P. Abat et Ozanam (1). Ce dernier a donné un traité complet de récréations mathématiques. Les bornes de ce recueil ne nous permettant que de faire un choix, nous aurons attention de ne présenter que des choses qui soient en même tems agréables et faciles à comprendre et à exécuter; nous tâcherons de nous rendre intelligibles, même à ceux qui n'ont qu'une légère notion de la physique et des mathématiques, sans négliger cependant d'expliquer, lorsqu'il sera nécessaire, les principes et les causes de ces différens prestiges; nous tirerons de ces divers effets, tous les amusemens que nous croirons les plus propres à étonner et surprendre agréablement: nous les construirons et déguiserons de manière à inquiéter beaucoup ceux devant qui l'on s'amusera à les représenter.

---

(1) Depuis l'ouvrage d'Ozanam, M. Guyot de Besançon a publié des récréations physiques et mathématiques. Nous invitons nos lecteurs à se les procurer.

ARTICLE PREMIER.

Des amusemens par le moyen de l'aimant.

L'aimant a été employé depuis long-tems à divers amusemens plus ou moins agréables, et qui ont paru tenir du merveilleux. Saint-Augustin rapporte qu'étant chez un évêque nommé *Sévère*, il lui vit prendre une pierre d'aimant, et la tenir sous une assiette d'argent dans laquelle il y avoit un morceau de fer, qui suivoit exactement tous les mouvemens de la main qui retenoit cet aimant.

Entre les tours de passe-passe, les jeux et les spectacles que présentent au peuple les charlatans et les saltinbaques, il leur est ordinaire de faire voir une aiguille aimantée, cachée dans un morceau de liége, et nageant dans un bassin rempli d'eau; là, sans être touchée de personne, elle se remue au gré des aimans qu'ils tiennent cachés dans leurs mains, et qu'ils promènent autour du bassin.

Voici la même chose exécutée plus ingénieusement : on a vu dans le cabinet du marquis de Servières, une pendule au centre de laquelle étoit un bassin rempli d'eau ; une tortue factice, posée dans ce bassin, alloit indiquer l'heure qu'il étoit ; ce qui se faisoit par le moyen d'une mécanique fort bien imaginée, à laquelle étoit adapté un aimant.

On a vu depuis quelques récréations de ce

genre, et, dans ces derniers tems, une sirène qui, par la diversité de ces accessoires, et par quelques autres subtilités, produisoit des amusemens fort extraordinaires.

De quelques propriétés particulières des nombres.

En passant aux différens problêmes que nous allons indiquer et résoudre, nous donnerons quelques notions de plusieurs propriétés particulières des nombres. Le lecteur se remettra sous les yeux ce que nous avons dit dans le premier volume de cette collection, sur les rapports *arithmétique* et *géométrique*, et ce que nous en dirons à la fin du sixième volume : nous nous bornerons à dire ici que le rapport arithmétique, est l'excès ou la différence de deux quantités comparées entr'elles par *soustraction : 6* est, par cette raison, le rapport arithmétique de 15 à 21 ; 9, est celui de 8 à 17, etc. Le rapport géométrique est le résultat de deux quantités comparées ensemble par *division :* 5 est le rapport géométrique de 5 à 25; 9 est celui de 3 à 27, etc.

L'égalité de rapport est ce qu'en général on nomme *proportion :* la proportion est arithmétique, lorsqu'elle contient une égalité de différence ou d'excès, comme 2, 4, 6, etc.; elle est géométrique, lorsque chaque terme contient un même nombre de fois celui qui le précède, c'est-à-dire, qu'il y a égalité de

quotient, comme 4, 8, 16, ou 6, 12, 24, etc. (1).

Lorsqu'une proportion a plus de trois termes, on la nomme alors *progression*, attendu qu'il s'y trouve pour le moins trois rapports.

On entend par *combinaison*, toutes les différentes manières de diviser une quantité dont la multitude des parties est connue, en prenant ces mêmes parties 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4, etc.

Les *permutations* ne diffèrent des combinaisons, qu'en ce qu'elles contiennent en outre tous les changemens d'ordre qu'on peut donner à chacune d'elles; d'où il suit que quatre choses telles que A B C D, qui, disposées trois à trois, donnent les quatre combinaisons A B C, *a* B D, *a c* D, B, donnent en outre 20 autres permutations que nous avons détaillées précédemment dans ce recueil.

C'est sur ces principes généraux, qui sont familiers à tous ceux qui connoissent un peu la science des nombres, et sur les propriétés particulières à certains nombres, que sont composées une partie des récréations qu'on va trouver ici. Nous nous efforcerons, par divers accessoires, de les rendre aussi agréables que fa-

---

(1) Nous supposons nos lecteurs instruits des principales règles de l'arithmétique, qu'on trouvera d'ailleurs au sixième volume.

ciles dans leur exécution ; c'est par cette raison que nous ne ferons pas mention de quantité de problêmes d'arithmétique et d'algèbre, qui demandent non-seulement beaucoup d'étude et d'application, mais supposent encore une connoissance fort étendue de calcul, laquelle, quand même elle seroit à la portée de tout le monde, ne pourroit pas être employée à s'amuser agréablement.

Les récréations que nous allons donner, en seront à la vérité moins profondes; mais elles auront d'un autre côté l'avantage de causer les surprises les plus extraordinaires à ceux devant qui elles seront représentées : la plupart ne démêleront pas trop aisément la simplicité des principes sur lesquels est fondée leur cause et leur illusion.

Problême Ier.

De deux nombres différens quelconques, l'un des deux, leur somme ou leur différence est toujours le nombre 3, *ou un nombre divisé par* 3

Soient, par exemple, les deux nombres 3 et 8; le premier nombre est 3 ; soient les nombres 1 et 2, leur somme est 3 ; soient ceux 4 et 7, leur différence est 3.

Soient aussi les deux nombres 15 et 22; le premier nombre 15 est divisible par 3 ; soient les nombres 17 et 26, leur différence 9 est di-

visible par 3 ; soient ceux 31 et 44, leur somme 75 est également divisible par 3.

Cette propriété particulière a lieu pour tous autres nombres quelconques.

Problême II.

Si deux nombres différens sont divisibles par un même nombre, leur différence ou leur somme est aussi divisible par ce même nombre.

Soient les nombres 15 et 25, qui sont tous deux divisibles par 5, leur différence est 10; et leur somme 40 est aussi divisible par 5.

Soient les nombres 49 et 63, qui sont tous deux divisibles par 7; leur différence 14 et leur somme 112 est aussi divisible par 7.

Problême III.

Les nombres qui sont divisibles par 3, considérés seuls, additionnés ensemble, ou multipliés l'un par l'autre, donnent, pour la somme, des figures dont les totaux ou produits sont composés des nombres divisibles par 3.

Soit le nombre 42, qui est divisible par 3, la somme 4 et 2 des figures dont il est composé est 6, qui lui-même est divisible par 3.

Soient les nombres 15 et 21, dont le total est 36; la somme des figures 3 et 6 dont il est composé, est également divisible par 3.

Soient enfin les nombres 9 et 12, dont le produit de la multiplication est 108, la

somme des figures 108 est 9, qui est divisible par 3.

Corollaire.

Il suit de cette propriété que tout nombre dont la somme des figures est divisible par 3, est nécessairement lui-même divisible par 3.

Problême IV.

Si la somme quelconque des figures est 9, ou qu'elle soit divisible par 9, ce nombre est lui-même divisible par 9 et par 3, lorsque la dernière figure de cette somme est un nombre impair; s'il est pair, cette somme est en outre divisible par 6.

Soit le nombre 81, dont la somme des figures 8 et 1 est 9, et finit par le nombre impair 1; ce nombre 81 est divisible par 3 et par 9.

Soit le nombre 765, dont la somme des figures est 18, et finit par le nombre impair; ce nombre 765 est aussi divisible par 3 et par 9.

Soit le nombre 108, dont la somme des figures est 9, et finit par le nombre pair 8; ce nombre 108 est divisible par 3, 6 et 9.

Soit le nombre 774, dont la somme des figures est 18, et finit par le nombre 4; ce nombre 774 est divisible par 3, 6 et 9.

Corollaire.

Il suit de cette propriété, que toutes les fois que la somme des figures d'un nombre quelconque est 9, ou divisible par 9, si cette somme finit par un nombre impair, elle est divisible par 3 et 9; si elle finit par un nombre pair, elle est en outre divisible par 6.

Nota. Le zéro est considéré dans cette propriété, comme un nombre pair.

Remarque.

Lorsqu'un des nombres ci-dessus est formé par trois figures dont la somme est 9, il y a deux figures de nombre pair, où toutes les figures sont impaires; et si la dernière est un chiffre pair, il est alors divisible par 18.

Si le nombre est formé de manière que la somme des figures forme 18, 36, 72, etc. et que la dernière soit un nombre pair, il est divisible par 18.

Des Nombres premiers.

Les nombres premiers sont ceux qui ne sont divisibles que par l'unité; tels sont 2, 3, 5, 7, 11, 13, 19, 23, etc.; la dernière figure, qui, dans ces nombres, se trouve à la place de l'unité, ne peut jamais être un nombre pair, ni un zéro, c'est au contraire tou-

jours une figure exprimant un nombre impair, excepté cependant la figure 5, qui ne peut jamais s'y rencontrer; d'où il suit que tous ceux qui ne se terminent pas par 1, 3 et 7, ou 9, ne peuvent être des nombres premiers; il suit encore de ce qui a été dit ci-devant, au sujet de la propriété du nombre 3, que tout nombre, dont la somme des figures est divisible par 3, ne peut jamais être un nombre premier.

Des Nombres carrés.

Un nombre quelconque, multiplié par lui-même, donne pour produit un nombre carré, dont l'un des multiplicateurs est le côté; tels que 4, 9, 16, 25, 36, etc., dont les côtés, ou multiplicateurs sont 2, 3, 4, 5 et 6: si le multiplicateur est un nombre pair, le nombre carré est également pair; s'il est impair, le nombre carré est aussi impair.

Tout nombre carré finit toujours par l'une des cinq figures 1, 4, 5, 6 et 9, ou par deux zéros; un nombre, qui se termine par toute autre figure, n'est point carré; et, lorsqu'il finit pas deux zéros, il est nécessaire que la figure qui le précède soit une des cinq figures ci-dessus, afin qu'il soit carré.

Le produit qui vient de la multiplication de deux nombres, dont les carrés font ensemble un nombre carré, est toujours divisible par 6, comme le produit 12 des deux nombres 3 et

4, (dont les carrés 9 et 16, forment le nombre carré 25, dont le côté est 5) est divisible par 6.

Des Nombres triangulaires.

On appèle nombres triangulaires, la somme des nombres naturels, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc., en commençant par l'unité, et en telle multitude que ce puisse être ; ainsi, le nombre 15 est triangulaire, parce qu'il est égal à la somme des trois premiers nombres 1, 2, 3, 4, et 5 ; et son côté est 5, c'est-à-dire, le plus grand et le dernier nombre de ceux qui sont employés à le former ; le nombre 2 est aussi triangulaire, parce que la somme des nombres 1, 2, 3, 4, 5 et 6 est 21 ; et ce dernier nombre 6 en est le côté : ces nombres sont appelés *triangulaires*, parce qu'on peut les disposer dans la forme d'un triangle équilatéral, dont chacun des côtés contient le plus grand nombre.

On peut connoître si un nombre donné est triangulaire, en le multipliant par 8, et ajoutant 1 au produit, attendu qu'alors ce produit a de nécessité sa racine carrée ; ainsi, le nombre 55 est triangulaire, parce que, étant multiplié par 8, et ajoutant 1 au produit 440, qui résulte de cette multiplication, le nombre 441 est carré ; et son côté, ou racine, est 21 : il arrive que, si l'on retranche 1 de cette racine 21, et qu'on prenne 10 qui en est la

moitié, on aura le côté du triangle, ou ce qui est la même chose, le plus grand des nombres qui ont servi à former ce *nombre triangulaire*.

Les nombres triangulaires ont cela de particulier, qu'ils servent à exprimer en combien de manières peuvent être combinées deux à deux une multitude de choses données, dont le nombre est de l'unité moins grand que le côté de ces triangles; c'est-à-dire que, dans l'exemple ci-dessus, le nombre triangulaire 55, fait connoître que neuf choses quelconques peuvent être différemment disposées deux à deux de 55 manières différentes (1).

Pour connoître la somme d'une quantité de *nombres triangulaires* pris de suite, à commencer par l'unité, tels, par exemple, que ces six 1, 3, 6, 10, 15, 21; on multipliera leur nombre 6, par celui qui le suit 7; et leur produit 42 par le nombre suivant 8; et l'on divisera le deuxième produit 336 par 6; ce qui donnera pour quotient 56, qui est le nombre qu'on désire savoir.

---

(1) C'est de cette manière qu'on calcule combien, à de certaines loteries, telle qu'étoit celle de l'Ecole-Militaire, il y a de hasards pour espérer les ambes, et combien de fois on doit par conséquent payer la mise par ambe sur une quantité de nombres déterminés.

Récréations sur les nombres.

PREMIÈRE RÉCRÉATION.

Un nombre quelconque étant donné, y ajouter un chiffre, que celui qui a choisi le nombre placera où il voudra, lequel rendra ce nouveau nombre divisible par 3 ou par 6.

Soit le nombre donné 87235, dont la somme des figures 8, 7, 2, 3 et 5, est 25 : après avoir remarqué cette somme, proposez d'y ajouter où l'on jugera à propos un 2, un 5, ou un 8, qui rendra nécessairement la somme de ces figures égale à 27, 30 ou 33; et alors cette somme sera divisible par 3, suivant les règles établies ci-dessus.

Nota. Si le nombre donné finit par un chiffre pair, tel que 2, 4, 6, 8, 0 (1), et qu'on fasse ajouter le chiffre avant celui qui désigne l'unité, le nombre sera encore divisible par 6; ce qui pourra servir à varier cette récréation.

---

(1) Tout chiffre, qui finit par un zéro, est regardé comme un nombre pair.

DEUXIÈME RÉCRÉATION.

Plusieurs nombres ayant été librement choisis par une personne, lui faire nommer par une autre le nombre par lequel est divisible la somme de l'addition qui en a été faite.

Préparation.

Ayez un petit sac en plusieurs parties; mettez à l'avance dans la première partie de ces divisions plusieurs petites cartes, sur chacune desquelles vous transcrirez le nombre 3; insérez dans la seconde différens nombres également transcrits, tels que 3, 9, 15, 21, 39, dont chacun d'eux soit divisible par 3, et se termine par une figure impair.

Récréation.

Vous tirerez de ce sac une poignée de nombres différens parmi ceux contenus dans la seconde division; et après les avoir fait remarquer, vous les remettrez dans le sac; vous le présenterez ensuite à une personne, et lui direz de tirer au hasard parmi eux une quantité quelconque de ces nombres, telle qu'elle jugera à propos, et de les additionner ensemble secrètement : pendant qu'elle fera cette opération, vous ferez tirer a une autre personne, dans la première division de ce sac, le nombre

3, en lui recommandant de n'en tirer qu'un seul, afin qu'elle ne voie pas que ce sont tous nombres semblables ; vous lui observerez que le nombre que la deuxième personne a choisi, doit diviser juste la somme des figures de celui qu'elle a additionné ; ce qui aura toujours lieu, quelques nombres qu'elle ait choisi, suivant ce qui a été dit ci-devant.

Nota. En vous servant d'un sac où il y ait trois divisions différentes, vous pourrez insérer dans cette troisième les nombres 6 ; et alors, si vous vous appercevez que la première personne ait tiré une quantité de ces différentes sommes en nombre pair, vous pourrez faire prendre à la deuxième personne le nombre 6, en lui présentant sans affectation la troisième poche du sac ; ce qui variera davantage cette récréation.

TROISIÈME RÉCRÉATION.

Une personne ayant choisi deux nombres entre plusieurs, et les ayant multipliés l'un par l'autre, lui faire nommer, par une autre, celui par lequel est divisible le produit de la multiplication qu'elle a fait.

Préparation.

Servez vous du sac dont nous avons parlé ci-dessus, et insérez dans la première de ces

divisions des petits carrés de carton sur lesquels vous aurez transcrit les nombres 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, etc.; mettez dans la deuxième division les nombres 3, 6, 9 et 12, plusieurs fois répétés.

Récréation.

Vous présenterez à une personne la première division de ce sac; vous lui direz deux nombres à sa volonté, et de les multiplier secrètement l'un par l'autre; vous présentez ensuite à une autre personne la deuxième division du sac, pour y prendre aussi à son choix un nombre, lequel divisera nécessairement en parties égales le produit de ceux qui auront été pris par la première personne.

QUATRIÈME RÉCRÉATION.

Un nombre quelconque étant donné, y ajouter un chiffre que la personne qui a donné le nombre placera où elle voudra, et qui rendra ce nouveau nombre divisible par 9.

Préparation.

Soit le nombre donné 4177 dont la somme des figures 4, 1, 7, et 7, est 19; faites y ajouter un 8 où l'on voudra, et annoncez alors que ce nombre sera divisible par 9, ce qui ne peut manquer d'arriver, puisqu'alors la somme

des figures du nombre sera 27, qui est divisible par 9.

Au lieu de faire ajouter un 8, on peut également faire ajouter un nombre composé de plusieurs figures, dont la somme fasse 8, tels que 53, 44, 135, etc. attendu que la somme des figures se trouvera toujours être également de 27.

Nota. Quoiqu'il soit égal que ces nouveaux nombres soient placés où l'on voudra, on peut, pour faire paroître cette récréation plus mystérieuse, fixer l'endroit où l'on doit les placer, attendu que cela produira le même effet.

CINQUIÈME RÉCRÉATION.

Les Nombres magiques (1).

Faites faire une boîte A B (fig. 1ere. n°. 14 de l'Atlas), qui se ferme à charnière, et ait environ neuf à dix pouces de longueur, sur un pouce et demi de largeur; quelle puisse contenir les dix petites tablettes C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, sur lesquelles doivent être inscrits les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 0; que celle, où est transcrit le zéro, soit collée à demeure sur l'extrémité de cette boîte, et que les neuf autres puissent être changées de place à volonté.

---

(1) Voyez ces figures, n°. 14 de l'Atlas.

Ayez un cadran hexagone (fig. 2, n°. 14 de l'Atlas); divisez-le en douze parties égales, dont 6 doivent contenir les nombres 90, 45, 30, 18, 15, 60, et en outre six autres nombres indifférens quelconques.

Insérez dans le couvercle qui ferme cette boîte et vers son extrémité B, un petit barreau aimanté, dirigé de manière, qu'en posant ce cadran sur l'extrémité de la boîte, l'aiguille aimantée placée à son centre, indique un des nombres ci-dessus.

Effet.

Lorsque vous placerez ce cadran (fig. 2, n°. 14 de l'Atlas) sur l'extrémité de la boîte, de manière que l'un ou l'autre de ces six côtés réponde au côté B de la boîte A B (fig. 1ere. n°. 14 de l'Atlas); l'aiguille posée sur ce cadran, se dirigeant suivant la direction du barreau, indiquera nécessairement un des six nombres 90, 45, 30, 18, 15 ou 6.

D'un autre côté, les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, indiqués sur neuf de ces tablettes, donnant pour la somme de leurs figures le nombre 45, qui se trouve divisible par 9, et se trouvant toujours à la suite de ces neuf chiffres un zéro, il est constant que, quelque nombre (1) qu'on ait formé, il sera divi-

(1) Ces neuf chiffres sont susceptibles de 362800 permutations, ou changement d'ordre.

sible par 90, et par conséquent par ses parties aliquotes 45, 30, 18, 15 et 6, d'où il suit que, de quelque côté qu'on pose le cadran sur l'extrémité de la boîte, l'aiguille aimantée amènera un de ces nombres, lequel divisera sans aucune fraction celui qui aura été formé à volonté, et secrètement inséré dans cette boîte.

Récréation.

On remettra à une personne la boîte et les neuf tablettes sur lesquelles sont inscrits ces neuf chiffres, et on la laissera entièrement maîtresse d'en former un nombre tel qu'elle le jugera à propos; on lui demandera la boîte; et, sans l'ouvrir, on lui dira que ce cadran va indiquer un nombre qui divisera sans aucune fraction celui qu'elle a formé, et on lui en fera faire la division, afin qu'elle voie par elle-même qu'il a effectivement indiqué ce diviseur, ainsi qu'il a été proposé.

SIXIÈME RÉCRÉATION.

Une personne ayant choisi deux nombres, et les ayant divisés l'un par l'autre, lui dire combien de fois le plus grand étoit contenu dans le plus petit.

Préparation.

Mettez dans la première division du sac les deux nombres 219, 438, 657 et 876, 1095,

1314, 1533, 1752 et 1971 ; dans la seconde les nombres 73, et ayant fait tirer un nombre dans chacune de ses divisions, faites les diviser l'un par l'autre, et demandez quel étoit le dernier chiffre du plus fort de ces deux nombres, lequel vous servira pour savoir quel a été celui des neuf nombres de la progression arithmétique ci-dessus, qui a servi de diviseur ; c'est-à-dire, que si c'est un 9, le nombre 3 a servi de de diviseur ; si c'est un 8, c'est le nombre 6, et ainsi de suite, en suivant l'ordre renversé des nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, et l'ordre naturel de la progression arithmétique 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 et 27.

SEPTIÈME RÉCRÉATION.

Le Piquet à cheval.

Le nombre 11, qui, étant multiplié par les termes de la progression arithmétique 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, donne toujours pour produit deux figures semblables, est le principe qui sert à cette récréation.

Exemple.

11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
11.	22.	33.	44.	55.	66.	77	88.	99.

Deux cavaliers, qui voyagent ensemble, ennuyés du chemin qui leur reste encore à faire, imaginent un jeu, qui puisse leur faire passer le tems plus agréablement ; ils conviennent de jouer un cent de piquet, à condition que celui, qui sera le premier arrivé au nombre cent, aura gagné, et sous la condition expresse, qu'en comptant l'un après l'autre, on pourra ajouter le nombre qu'on voudra, pourvu, cependant, qu'il soit moindre que onze. Afin que le premier qui nomme le nombre puisse arriver à 100, et que son adversaire n'y puisse pas parvenir, il doit se souvenir des nombres 11, 22, 33, etc. de l'exemple, et compter de façon qu'il se trouve toujours d'une unité au-dessus de ces nombres, ayant attention de nommer d'abord, afin que son adversaire qui ne peut y ajouter un nombre au-dessus de 10, ne puisse pas arriver au nombre de 12 qu'il prendra alors lui-même, et conséquemment ensuite les nombres ou époques 23, 34, 45, 56, 67, 78 et 89, à laquelle étant arrivé, quelque nombre que choisisse son adversaire, il ne peut l'empêcher de parvenir, le coup suivant, au nombre 100.

On observe ici que, si celui contre lequel on joue, ne connoît pas l'artifice de ce coup, le premier peut, pour mieux déguiser cet amument, prendre indistinctement toutes sortes de nombres dans les premiers coups, pourvu que, vers la fin de la partie, il s'empare des deux ou trois derniers nombres qu'il faut avoir pour

gagner. Au reste, cette récréation ne se fait agréablement qu'avec ceux qui ne connoissent pas ce calcul, attendu que celui qui nomme le premier a toujours gagné.

HUITIÈME RÉCRÉATION.

L'addition prévue.

Un maître d'arithmétique voulant divertir ses élèves, leur donne une somme, en les prévenant quel est le total de six rangées de quatre chiffres chacune, dont ils poseront trois à leur volonté.

Il multiplie secrètement 9999 par 3, ce qui produit 29997, qu'il fait voir à ses élèves, en leur disant de former, à leur gré, trois rangées de quatre chiffres chacune.

Chiffres choisis par les élèves.	1478	
	5462	
	7825	
Chiffres ajoutés par le maître.	8521	
	4527	
	2184	
Total. . . .		29997

Il est aisé de voir que les chiffres ajoutés par le maître, n'étant que les complémens de

9, eu égard à ceux choisis par les élèves, le montant de cette addition doit être le même que celui de 9999, multipliés par 3.

Nota. Si l'on veut résoudre cette récréation avec livres, sols et deniers, il faut alors poser les complémens des deniers à 12, et ceux des sols à 20, et y ajouter par conséquent, à l'addition faite à l'avance, 3 livres pour les sols, et trois sols pour les deniers.

NEUVIÈME RÉCRÉATION.

L'étoile magique.

Construction.

Décrivez sur un carton (fig. 3.) de huit à neuf pouces carrés, les deux cercles concentriques A et B; que le cercle B soit divisé en douze parties égales par les points *a, b, c, d, e, f, g, h, i, l, m, n;* tirez de ces points de divisions, les lignes consécutives *af, fm, md, di, ib, bg, gn, ne, el, lc, ch, ha,* lesquelles formeront, par leur assemblage, cette étoile.

A l'extrémité de chacun des douze angles formés par ces lignes, tracez les petits cercles ou cases, indiqués par la figure; ayez douze jetons d'ivoire ou de carton, sur un des côtés desquels vous écrivez les douze nombres d'une progression arithmétique, tels, par exemple, que 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30,

33, 36, ou tout autre quelconque; conservez ces douze jetons en ce même ordre, dans une petite boëte en forme d'étui, où ils ne puissent pas se mêler; et observez que le dernier nombre de la progression, qui, dans cet exemple est 36, doit être écrit sur un jeton un peu plus grand que les autres.

Effet.

Ces douze jetons, étant disposés les uns sur les autres dans cet ordre de proportion arithmétique, si on place le jeton, sur lequel est écrit le nombre 3, sur un des cercles ou petites cases, qui sont à l'extrémité d'un des rayons de cette étoile, et que l'on continue à placer les autres successivement, et suivant la continuité des douze lignes tracées, il se trouvera que le montant de deux nombres quelconques qui se trouvent placés dans deux cases voisines, est égal à celui des deux autres qui sont placés dans les deux cases, qui leur sont diamétralement opposées.

Récréation.

Après avoir posé sur la table le carton, où est tracée l'étoile magique, ôtez les douze jetons de la boëte (1), étalez-les sur la table

(1) Ces jetons doivent y être déja rangés dans l'ordre de leur progression arithmétique.

sans les déranger ; reprenez-les dans le même ordre, en mettant les nombres en dessous ; faites-les couper, comme on coupe un jeu de cartes, jusqu'à ce que vous apperceviez qu'on ait coupé à l'endroit où est le jeton qui est le plus large, et qui porte le dernier nombre 36 de la progression, afin que, ce jeton se trouvant le dernier, l'ordre de la progression arithmétique, inscrit sur les douze jetons, ne se trouve pas dérangé, c'est-à-dire, qu'ils se trouvent tous dans le même ordre, qu'ils étoient en les sortant de la boëte qui les contenoit.

Proposez ensuite ces deux choses :

Premièrement : de placer ces douze jetons dans les douze cases, et sans connoître les nombres qui y sont inscrits, de façon que les deux nombres, qui se trouvent placés dans deux cases voisines quelconques, étant additionnés ensemble, donnent un montant égal à celui des nombres transcrits sur les deux jetons, qui sont dans les cases diamétralement opposées.

Secondement : avec la convention expresse de n'avoir pas la liberté de placer un jeton sur une case, lorsqu'il s'en trouvera un placé à l'extrémité de la ligne opposée.

Alors, montrant avec le premier jeton, l'on suppose ici la case *f*, pour faire voir qu'elle est vide, vous conduirez le jeton le long de la ligne *f A*, et le placerez à la case *A ;* prenant le second jeton, et montrant la case *m*, vous le conduirez le long de la ligne *m f*, et le placerez à la case *f ;* vous continuerez de même

en allant de *D* à *m*, d'*i* à *e*, de *c* à *l*, d'*h* à *c*, et placerez enfin le dernier jeton à la case restante *c*, le tout comme le désigne suffisamment la figure 3e.

Vous retournerez ensuite tous les jetons, pour faire voir que tous les nombres, qui y sont inscrits, se trouvent placés dans l'ordre que vous avez proposé.

Autre récréation, en changeant de jetons.

Si, au lieu de vous servir des nombres d'une progression arithmétique, vous employez ceux d'une progression géométrique, le produit de la multiplication des deux nombres qui se touchent, sera alors égal au produit de la multiplication des deux nombres proposés.

Nota. On peut se servir également d'une étoile divisée en huit parties; mais alors il faut, dans l'ordre des jetons, mettre le cinquième terme de la progression, soit arithmétique, soit géométrique, à la place du premier, et le premier à la place du cinquième.

DIXIÈME RÉCRÉATION.

Nommer à une personne le nombre qu'elle a pensé, sans lui faire aucune question.

Opération.

On propose à une personne de choisir secrètement, et à volonté, un nombre quel-

conque, depuis 1, jusqu'à 15; son choix étant décidé, on lui fait faire l'opération suivante :

Prenez un nombre; ajoutez 1; triplez le tout.

1e. époque. Prenez la moitié de ce triple; triplez cette moitié.

2e. époque. Prenez la moitié de ce triple; triplez cette moitié.

3e. époque. Prenez la moitié de ce triple.

4e. époque. Prenez la moitié de cette moitié.

Cette opération de calcul présente quatre époques, où l'on fait prendre les moitiés; les trois premières sont représentées à la mémoire, par l'un des huit mots latins ci-après; chacun de ces mots est composé de trois syllabes; celles où se trouve la voyelle *i*, indiquent les époques (1) où l'on n'a pu prendre la moitié, sans qu'il se trouve une fraction, et où celui qui fait cette récréation, doit avoir attention de faire ajouter 1 au dividende; la quatrième époque indique lequel des deux nombres, attribués à chacun de ces huit mots latins, a été choisi.

Si l'on a pu prendre, à cette quatrième époque, la moitié sans fraction, le nombre choisi est dans la première colonne; si, au contraire, il s'est trouvé une fraction, le nombre est dans la seconde colonne.

---

(1) Ces époques sont différentes dans tous les nombres qu'on a pu choisir, et servent à les faire reconnoître.

Mots latins, et nombres qui leur sont attribués.

Mots.	*Première colonne.*	*Seconde colonne.*
Mi-se-ris.	8	0
Ob-tin-git.	1	9
Ni-mi-um.	2	10
No-ta-ri.	3	11
In-fer-nos.	4	12
Or-di-nes.	13	5
Ti-mi-di.	6	14
Te-ne-ant.	13	7

Exemple.

On suppose ici qu'on ait secrètement choisi le nombre 9.

Nombre supposé choisi	9
Nombre ajouté	1
Total	10
Triplant ce nombre, le produit, sera	30
En en prenant la moitié, reste	15
Triplant cette moitié, le produit, sera	45
En en prenant moitié (1), reste	23
Triplant cette moitié, le produit, sera	69
En en prenant moitié (2), reste	35
Prenant enfin la moitié de cette moitié (3), reste	18

(1) On fait ajouter 1 à ces 45, dont la moitié est 23.
(2) On fait encore ajouter 1, ce qui donne 70, dont la moitié est 35.
(3) On fait encore ajouter 1, etc.

Pendant qu'on fait cette opération, on remarque qu'à la seconde et troisième époque, on a été obligé d'ajouter 1 pour éviter les fractions, et que par conséquent le mot *obtingit*, dont la seconde et troisième syllabes sont formées par un *i*, indique d'abord, suivant la table précédente, que les nombres 1 ou 9 ont été choisis; et faisant attention qu'on n'a pu prendre la dernière unité sans fraction, on concluera que le nombre 9, qui est attribué dans la seconde colonne, à ce mot *obtingit*, est celui qui été choisi.

Lorsque, par hasard, la personne choisit le nombre 13, il ne se trouve aucune fraction aux quatre époques; et cette récréation, déja fort agréable, le devient encore davantage.

Du triangle arithmétique.

On appèle triangle arithmétique celui qui est désigné par la planche, ou fig. 4, n°. 14 et dont les côtés sont divisés en parties égales; il contient sur la ligne A B, ou C D, les nombres naturels 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc. sur la ligne E F, ou G H, les nombres triangulaires, 1, 3, 6, 10, 15, 21, etc. qu'on trouve par l'addition continuelle des nombres naturels; et sur les lignes I L, ou M N, les nombres pyramidaux 1, 4, 10, 20, 30, 56, que donne l'addition continuelle des nombres triangulaires; et ainsi de suite, comme il est aisé de concevoir très-facilement par cette figure,

gure, où l'on voit la disposition et l'addition continuelle de ces nombres.

Ces tables ont différentes propriétés ; mais on ne traitera ici que de celles qui ont rapport aux combinaisons et permutations des nombres ; les autres sont fort abstraites et trop spéculatives pour être employées dans de simples récréations arithmétiques, dont le principal objet est d'amuser facilement et agréablement.

Des combinaisons.

On entend par combinaisons toutes les différentes manières d'assembler plusieurs choses, dont on connoît la multitude, en les prenant deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc. sans jamais prendre les mêmes à-la-fois. Quatre choses étant donc désignées par les lettres A. B. C. D, il y a six différentes manières de les prendre deux à deux ; savoir, A B, A C, A D, B C, B D, C D ; quatre, en les assemblant trois à trois, savoir, A B C, A B D, A C B, B C D ; et c'est ce qu'on appèle combinaisons.

Pour connoître, par le moyen du triangle (1) arithmétique (qui se peut continuer par le principe ci-dessus, jusqu'au nombre que l'on veut), combien de fois une multitude de choses données se peuvent combiner, étant jointes deux à deux, ou trois à trois, etc. : par exemple, combien huit lettres peuvent former de combinaisons différentes, prises trois à

(1) Fig. 5, n°. 14 de l'Atlas.

trois ; ajoutez l'unité à chacun des nombres donnés 8 et 3 , et prenez dans la neuvième rangée de la table, le quatrième nombre en allant de droite à gauche, lequel vous indiquera que huit lettres peuvent s'assembler trois à trois, de cinquante-six manières différentes.

Le triangle arithmétique, dont nous donnons ici la description (Voyez la fig. 5 , n°. 14 de l'Atlas), ne s'étend pas au-delà de douze : si l'on veut savoir combien quatre choses, prises deux à deux, ont de combinaisons différentes, sans être obligé de construire un triangle, qui, dans des nombres étendus, deviendroit d'une grandeur trop considérable, il faut faire de ces deux nombres 2 et 14, les deux progressions arithmétiques 2 , 1 , et 14, qui décroissent de l'unité, et qui ne doivent avoir, dans cette supposition, que deux termes, c'est-à-dire, autant de termes, que le petit nombre se trouve contenir d'unités; on doit ensuite multiplier ensemble les deux termes de chacune de ces progressions, c'est-à-dire, 14 par 13, et 2 par 1 , et diviser le premier produit 182 par le second produit 2; et alors le quotient sera le nombre des combinaisons que l'on cherche.

Pareillement, si l'on veut savoir combien quinze choses se peuvent combiner, étant prises trois à trois, il faut faire les deux progressions arithmétiques 3 , 2 , 1 , et 15 , 14 , 13 , qui doivent, comme on a dit ci-dessus, décroître de l'unité, et avoir trois termes, parce que

le plus petit nombre donné 3, est composé de trois unités; on multipliera ensuite successivement l'un par l'autre, les trois termes de ces deux progressions, et on divisera le produit 2730 des plus grands termes, par le produit 6 des autres; et le quotient 455 sera le nombre que l'on cherche.

Il est encore évident qu'on peut, avec cette même règle, trouver combien une multitude de choses se peuvent combiner, étant prises deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc. puisqu'il ne s'agit que d'ajouter ensemble les produits de toutes ces différentes combinaisons.

C'est par le moyen de cette méthode, qu'on peut trouver le nombre des ambes et des ternes que devoit produire la combinaison des quatre-vingt-dix numéros de l'ancienne loterie de l'école royale militaire, et le nombre de ceux que devoit produire la multitude des numéros qu'on avoit choisis, lorsqu'on mettoit à cette loterie.

Des permutations.

Il est une autre sorte de combinaisons, qui diffère de la précédente, en ce qu'elle contient, non-seulement combien plusieurs fois, plusieurs choses peuvent se combiner; mais encore le nombre de changemens que ces choses peuvent avoir, eu égard à leur position respective.

Par exemple, suivant la combinaison ci-devant expliquée, quatre choses A B C D, ne

peuvent se combiner que de six manières, étant prises deux à deux ; savoir, A B, A C, A D, B C, B D, C D ; mais en renversant, ou changeant d'ordre ces six combinaisons, on en aura six autres ; savoir B A au lieu d'A B, C A au lieu d'A C, etc. et c'est alors ce qu'on appèle permutations.

Pareillement, quatre choses, telles que A B C D, prises trois à trois, ne se peuvent combiner que de quatre manières ; savoir A B C, A B D, A C D, B C D ; mais, en permutant en outre ces quatre combinaisons, on aura pour chacune d'elles cinq permutations ou changemens d'ordre ; c'est-à-dire, pour la combinaison A B C, les cinq permutations A C B, B A C, B C A, C A B, C B A ; il en sera de même pour chacune des trois autres ; ce qui produira alors vingt-quatre permutations.

Pour connoître facilement toutes les permutations, dont une multitude est susceptible, par exemple les six lettres du mot *uranie*, il faut faire la progression 1, 2, 3, 4, 5, 6, qui doit être composée d'autant de termes, qu'il y a de lettres à combiner, et multiplier ensuite successivement tous les termes de cette progression, en disant deux fois 1 est 2 ; trois fois 2 font 6 ; quatre fois 6 font 24 ; 5 fois 24 font 120 ; six fois 120 font 720 ; et ce dernier produit sera le nombre des différentes promutations que peuvent produire les six lettres de ce mot *uranie*.

On trouvera, par le même moyen, toutes

les permutations d'une multitude de choses quelconques, en faisant une progression d'autant de nombres naturels, qu'il y aura de choses à combiner ensemble, et en multipliant, comme il a été dit, tous les termes de cette progression.

La table suivante fera voir jusqu'à quel nombre cette permutation peut aller, lorsqu'elle est portée seulement jusqu'à la multitude 12. On a cru qu'il étoit inutile de la porter plus loin, attendu que, ne pouvant être ici d'aucun usage, elle ne présenteroit alors qu'une multitude de nombres, que l'imagination perdroit de vue; nous donnerons seulement ci-après, un exemple frappant de la quantité de permutations qui peuvent résulter de l'assemblage des vingt-quatre lettres de l'alphabet.

Multitude.	*Nombres de permutations.*
1	1.
2	2.
3	6.
4	24.
5	120.
6	720.
7	5040.
8	40330.
9	362880.
10	3628800.
11	39916800.
12	479001606.

M. Osanam, dans ses récréations mathématiques, dit qu'on se sert heureusement des permutations pour découvrir les anagrammes. On peut, à la vérité, trouver toutes celles qui sont possibles par ce moyen; mais qui pourroit avoir la patience de se servir de cette méthode, pour découvrir seulement celles d'un mot de huit lettres, pour lequel il faudroit remplir plus de quatre mains de papier; il est, sans contredit, beaucoup plus court de les chercher en tâtonnant.

Nota. Il seroit fort inutile, pour l'objet qu'on se propose dans les récréations mathématiques, de pénétrer plus avant dans les propriétés, les progressions, combinaisons et permutations des nombres; un volume entier suffiroit à peine pour les développer; on peut, d'ailleurs, consulter le premier volume des récréations mathématiques de M. Osanam, qui en a savamment traité.

Combinaison des dés.

Beaucoup de personnes jouent aux dés, et peu en connoissent la combinaison, qu'il est cependant très-essentiel de savoir, pour éviter d'accepter des parties désavantageuses; ce qui n'arrive que trop fréquemment à ceux qui ne font pas réflexion que le hasard est néanmoins en quelque sorte soumis au calcul.

Lorsqu'on joue avec deux dés, les douze faces dont ils sont composés, prises deux à

deux, produisent trente-six coups, ou hasards différens, tels qu'on peut le voir par la fig. 5, n°. 13 de l'Atlas, ou l'on a désigné les deux dés par A et B.

Il est aisé de voir que des vingt-un coups qu'on peut amener avec deux dés, il y en a d'abord six qui sont les *raffes* qui ne peuvent arriver que d'une façon, et que les quinze autres coups ont chacun deux hasards; ce qui provient de ce qu'il n'y a qu'une face sur chacun des deux dés qui puisse amener 3 et 3, et qu'il y en a deux sur chacun de ces mêmes dés pour amener 5 et 4; savoir 5 par le dé A, et 4 par le dé B; ou 5 par le dé B, et 4 par le dé A.

Tous ces hasards étant au nombre de 36, il y a, dès-lors, à jeu égal, 1 contre 35 à parier, qu'on amenera une raffe déterminée, et 1 contre 5 qu'on amenera une raffe quelconque. On peut aussi, à jeu égal, parier 1 contre 17, qu'on amenera, par exemple, 6 et 4, attendu que ce point a pour lui deux hasards, contre 34.

Il n'en est pas de même du nombre des points des deux dés joints ensemble; la combinaison de leurs hasards est en proportion de la multitude des différentes faces qui peuvent produire ces nombres, comme on peut le voir ci-après.

Points.	*différens basards.*
2	1. 1.
3	2. 1.. 1. 2.
4	2. 2.. 3. 1.. 1 3.
5	4. 1.. 1. 4.. 3. 2. 3.
6	3. 3. 5. 1.. 5. 4. 2. 2. 4.
7	6. 1.. 1. 6.. 5. 2. 5.. 4. 3.. 3. 4.
8	4. 4. 6. 2. 2. 6.. 5. 3. 3. 5.
9	6. 3.. 3. 6.. 5. 4.. 4. 5.
10	5. 5. 6. 4.. 4.. 4. 6
11	6. 5. 5. 6.
12	6. 6.

Si donc on veut parier au pair qu'on amenera 11 du premier coup avec deux dés, il faut mettre au jeu 2 contre 34; et, si l'on parie qu'on amenera 7, il faut alors mettre au jeu 6 contre 30; ou, ce qui est la même chose, 1 contre 5.

On doit aussi remarquer que, des onze nombres différens, qu'on peut amener avec deux dés, 7 qui est le moyen proportionnel entre 2 et 12, a plus de hasards que les autres, qui, de leur côté, en ont d'autant moins, qu'ils s'approchent davantage des deux extrêmes 2 et 12 (1).

---

(1) Cette différence de la multitude des hasards que produisent les nombres moyens, comparés aux extrêmes, augmente considérablement, à mesure qu'on se sert d'un plus grand nombre de dés; elle est telle que, si l'on se sert de sept dés qui produisent des points, depuis 7 jusqu'à 42, on amène

Pour trouver le nombre des différens coups que peuvent produire trois dés, il faut multiplier par 6 le nombre des hasards que produisent deux dés ; et le produit 216 sera le nombre de ceux que doivent produire trois dés.

On multipliera de même 216 par 6, pour avoir le nombre des hasards que peuvent produire tous les différens points qu'on peut amener avec quatre dés ; et ainsi de suite.

Le lecteur n'attend pas sans doute que nous insérions ici les récréations qui se pratiquent avec des cartes, à l'aide des combinaisons et permutations. Quoique ces jeux soient très-curieux, ils dépendent encore plus de la préparation des cartes, et de l'adresse du joueur.

---

presque toujours les points moyens 24 et 25, ou ceux qui en sont les plus proches, tels que 22 et 23, 26 et 27 ; et si, au lieu de sept dés, on se servoit de vingt-cinq dés, qui peuvent amener des points depuis 25 jusqu'à 150, on pourroit presque parier au pair qu'on amèneroit les nombres moyens 86 et 87.

Cette remarque est essentielle pour faire connoître l'abus de ces loteries frauduleuses, proscrites par le gouvernement, et qui sont composées de sept dés : ceux qui les tiennent, leur attribuent des lots, qui, dans les termes moyens, offrent des vétilles bien inférieures à la mise, et un appas de quelques meilleurs lots, pour ceux qui amènent des nombres extrêmes, ou des raffes ; ce qui néanmoins n'arrive presque jamais, attendu qu'il y a plus de quarante mille contre un à parier qu'on n'amènera pas, avec sept dés, une raffe quelconque, et que la valeur du lot offert n'est souvent pas la soixantième partie de celle de la mise.

TRAITÉ PARTICULIER

DE LA

CHIMIE, OU PHYSICO-CHIMIE,

ET DE L'HISTOIRE NATURELLE.

L'ALLIANCE qui règne entre toutes les sciences, est encore plus étroite entre la physique, la chimie et l'histoire naturelle ; ainsi, après avoir traité de la physique générale et particulière en détail, nous allons parler ici, aussi en détail, de la chimie et de l'histoire naturelle (1). Ce chapitre, ou plutôt ce traité, sera suivi d'un autre traité, qui formera le 6e. vol. et qui sera consacré uniquement à l'histoire naturelle, et à suivre davantage, dans toutes ses ramifications, cette dernière science.

Nous avons, quant à la chimie, adopté la doctrine que quelques physiciens ont nommée *pneumatique* ou *anti-phlogistique*. Qu'il nous

(1) Tout ce chapitre est puisé, soit dans le bel ouvrage de Fourcroy, intitulé : *Elémens d'Histoire naturelle et de Chimie*, soit dans les mémoires de l'académie de Dijon, soit dans les ouvrages des Chaptal, des Pryestley, des Bergman, des Lavoisier, des Bertholet, etc.

soit permis de dire ici que les physiciens qui n'ont pas encore tout-à-fait adopté cette doctrine, et sur-tout ceux qui ont mis une chaleur quelquefois trop forte à la combattre, ne l'ont pas parfaitement comprise ; ils n'ont pas vu, ou n'ont pas voulu voir que la base de nos opinions, le fondement de nos principes n'est en aucune manière comparable à ce qu'on a appelé des théories en physique ; que nous ne faisons réellement que tirer de simples résultats d'un grand nombre de faits ; que nous n'admettons strictement que ce que nous donne l'expérience ; et qu'enfin, puisque nous rejetons toute hypothèse, il est impossible que nous commettions des erreurs semblables à celles, dans lesquelles les divers systêmes de physique ont entraîné jusqu'actuellement les savans qui les ont proposés.

Aussi la doctrine chimiste moderne (qu'on a nommée, ainsi que nous venons de le dire, pneumatique, et dans laquelle on a rejeté entièrement le phlogistique), fait tous les jours des conquêtes ; et l'on peut dire qu'elle est aujourd'hui presque généralement adoptée : deux hommes qui ont obtenu en Europe les premières places parmi les chimistes, MM. Black et Kirvan, après avoir examiné avec le plus grand soin la nouvelle doctrine des chimistes français, après l'avoir même combattue depuis 10 ans, viennent de l'adopter avec cette franchise qui convient si bien au vrai savoir.

Et comment en effet une doctrine qui n'ad-

met aucune hypothèse, qui ne présente absolument que des résultats de faits, qui explique la plupart des phénomènes de la nature et des arts avec une simplicité et une facilité qu'on n'a jamais connues dans l'ancienne physique, ne frapperoit-elle pas tous les esprits par sa clarté et sa vive lumière. Qu'on étudie, sans prévention, l'histoire de la chimie moderne; qu'on lise avec une attention sévère les ouvrages, les dissertations faites depuis 10 ans contre la doctrine anti-phlogistique, et l'on reconnoîtra bientôt que les chimistes qui combattent cette doctrine, peuvent être partagés en deux classes; les uns n'entendent pas les bâses même de cette doctrine, et paroissent ignorer jusqu'à la marche des expériences sur lesquelles elle est fondée. (1) Ce qui prouve, au surplus, qu'ils

(1) M. Baumé a publié, à la fin de la nouvelle édition de ses élémens de pharmacie, un appendice tout exprès, pour se déclarer ouvertement contre la doctrine, pour nier la décomposition de l'eau, pour décrier la nouvelle nomenclature: il est bien fâcheux pour lui qu'on reconnoisse à chaque ligne qu'il n'a pas compris cette doctrine; on n'a pas oublié d'ailleurs la mauvaise fortune des expériences et des opinions de M. Baumé sur la silice convertie en argile par la fusion avec les alkalis, sur la production de l'acide boracique par la graisse et l'argile, sur l'irréductibilité spontanée du *precipité per se*, sur la préparation des éthers, du savon de Star-

ne sont pas dans le chemin de la vérité, c'est que, au lieu de prendre la voie la plus courte et la plus droite pour arriver au but, on les voit faire un long détour, et que chacun de ces phlogisticiens se fait une théorie à sa manière, qui n'a que peu de rapport avec celle d'un autre ; de sorte qu'on compte autant de théories particulières, autant de phlogisticiens différens, qu'il y a de physiciens opposés à la doctrine anti-phlogistique.

---

key, sur les sels métalliques avec excès de bâse, sur les sels sulfuriques avec excès d'acide, ect.

On doit être plus étonné des singuliers reproches faits à la chimie pneumatique par M. Monnet, qui a rendu tant de services à cette science, avant l'époque de la découverte des gaz ; il s'élève avec chaleur, avec âcreté même, contre Schéele, à qui l'on doit tant de découvertes, constatées par tous les autres chimistes : il parle de l'acide oxalique, de l'acide muriatique oxigéné, de l'acide arsénique, comme s'il n'avoit pas vu ces acides, comme s'il n'étoit jamais parvenu à les obtenir ; cependant, en lisant sa dissertation, il est aisé de voir qu'il n'a pas conçu l'ensemble de la doctrine moderne, et (ce qui est plus inconcevable) qu'il n'a fait aucune expérience avec l'exactitude et les procédés convenables pour obtenir les résultats qu'il veut combattre.

Le citoyen Lamarck a voulu depuis attaquer la nouvelle physico-chimie. Nous rendrons compte de son ouvrage, qui mérite d'être médité, mais qui ne peut détruire ce qui est fondé sur les expériences certaines qui établissent la nouvelle science.

Tous les physiciens qui admettent aujourd'hui la doctrine pneumatique, ont du moins l'avantage d'être d'accord entr'eux.

Première partie. Table générale de ce chapitre, ou traité élémentaire d'histoire naturelle et de chimie.

Art. Ier. Définition de la chimie, ses moyens, ses utilités, etc.

Art. II. Histoire de la chimie.

Art. III. Des attractions chimiques; savoir de celle qui a lieu entre les molécules d'une nature semblable, ou de l'affinité d'aggrégation; et celle entre les molécules de nature différente, ou de l'affinité de composition.

Art. IV. Des principes des corps.

Art. V. Du feu.
De la lumière.
De la chaleur.
De la raréfaction.
Du phlogistique de Stahl.
Des effets de la chaleur sur les corps considérés chimiquement.
De la chaleur considérée comme agent chimique, et des différens moyens de l'appliquer aux corps.

Art. VI. De l'air atmosphérique.
Des propriétés physiques de l'air commun.

Des propriétés chimiques de l'air commun.
Des caractères de la mofette, ou du gaz azotique, qui fait partie de l'atmosphère.
Art. VII. De l'eau.
Des propriétés physiques de l'eau.
Des propriétés chimiques de l'eau.
Art. VIII. De la terre en général.

Deuxième partie. Première section.

Règne minéral. Minéralogie.

Terres et Pierres.

Art. Ier. Généralité sur la minéralogie. Division des minéraux en général, et des terres et pierres en particulier; leurs différens caractères, etc. de leur forme, dureté, cassure, couleur et altération par le feu, considérées comme caractères des pierres.

Art. II. Exposé de la méthode lithologique de Daubenton, extraite de son tableau de minéralogie.

Art. III. De la classification des terres et des pierres, d'après leurs propriétés chimiques; de leur division chimique, proposée par Bucquet; de leur distribution chimique, suivant Bergman; de leur classification, par Kirvan.

Art. IV. De l'analyse chimique des terres et des pierres,

Deuxième section. Substances salines.

Art. Ier. Des substances salines en général, de leurs caractères, de leur nature et de leur classification.

De la tendance à la combinaison, de la saveur, de la dissolubilité, de l'incombustibilité, considérées comme caractères des substances salines.

De la nature et de la composition des matières salines en général.

De la distribution ou de la division méthodique des matières salines minérales.

Art. II. Des trois substances salino-terreuses; baryte, magnésie, chaux.

Art. III. Sels alkalis; potasse, soude, ammoniac.

Art. IV. Acides; savoir : acide carbonique, acide muriatique, fluorique, nitrique, sulfurique et boracique.

Art. V. Sels secondaires ou neutres.

Sels neutres parfaits, ou à bâse d'alkalis fixes.

Art. VI. Sels neutres imparfaits, à bâse d'ammoniac, ou sels ammoniacaux.

Art. VII. Sels neutres calcaires.

Art. VIII. Sels neutres à bâse de magnésie, ou sels magnésiens.

Art. IX. Sels neutres argilleux ou alumineux.

Art.

Art. X. Sels neutres barytiques, ou à base de baryte.

Art. XI. Récapitulation sur tous les sels minéraux comparés entr'eux.

Art. IX. Examen de quelques propriétés générales des sels, particulièrement de leur crystallisation, de leur fusibilité, de l'efflorescence ou la déliquescence, de leur dissolubilité, etc.

Art. XIII. Des attractions électives qui ont lieu entre les diverses matières salines.

Troisième section. De la Minéralogie.

Corps combustibles.

Art. Ier. Des corps combustibles en général.

Art. II. Diamant.

Art. III. Gaz hydrogène.

Art. IV. Soufre.

Art. V. Substances métalliques en général; des propriétés physiques des substances métalliques; histoire naturelle de ces substances; de l'art d'essayer les mines, ou de la docimasie; de l'art d'extraire et de purifier en grand les métaux ou la métallurgie; des propriétés chimiques des substances métalliques, et de leur distinction méthodique.

Art. VI. De l'arsénic, et de l'acide arsénique.

Art. VII. Du molybdène, et de l'acide molybdique.
Art. VIII. Du tungstène, et de l'acide tungstique.
Art. IX. Du cobalt.
Art. X. Du bismuth.
Art. XI. Du nickel.
Art. XII. Du manganèse.
Art. XIII. De l'antimoine.
Art. XIV. Du zing.
Art. XV. Du mercure.
Art. XVI. De l'étain.
Art. XVII. Du plomb.
Art. XVIII. Du fer.
Art. XIX. Du cuivre.
Art. XX. De l'argent.
Art. XXI. De l'or.
Art. XXII. Du platine.
Art. XXIII. Des bitumes en général.
Art. XXIV. Du succin, et de l'acide succinique.
Art. XXV. De l'asphalte.
Art. XXVI. Du jayet.
Art. XXVII. Du charbon de terre.
Art. XXVIII. Du pétrole.

Troisième partie. Règne végétal

Art. Ier. De la structure des végétaux.
Art. II. De la physique des végétaux.
Art. III. Des sucs et des extraits.
Art. IV. Des sels essentiels des végétaux en

général, et de ceux qui sont analogues aux sels minéraux en particulier.

Art. V. Du second genre des sels essentiels, ou des acides purs des végéraux, des acides citrique, gallique, malique, et benzoïque.

Art. VI. Des acides végétaux en partie saturés de potasse, et de ces mêmes acides purs; de l'acide tartareux ou du tartre, et de l'acide tartareux pur, de l'acide oxalique, ou sel d'oseille du commerce, et de l'acide oxalique pur.

Art. VII. Des acides végétaux formés par l'action du feu, et par celle de l'acide nitrique; de l'acide pyro-tartareux; de l'acide pyro-muqueux; de l'acide pyro-ligneux, et des acides végétaux formés par l'acide nitrique.

Art. VIII. De la matière sucrée, des gommes, et des mucilages.

Art. IX. Des huiles fixes, ou retirées par l'expression.

Art. X. Des huiles volatiles.

Art. XI. Du principe camphré.

Art. XII. De l'arome, ou esprit recteur.

Art. XIII. Des sucs résineux en général, et des baumes en général.

Art. XIV. Des résines.

Art. XV. Des gommes résines.

Art. XVI. De la fécule pure.

Art. XVII. De la farine de froment, et de l'amidon, et de la partie extractive muqueuse de la farine.

Art. XVIII. Des matières colorantes végétales, et de la teinture.

Art. XIX. De l'analyse des plantes à feu nud.

Art. XX. Du charbon.

Art. XXI. Des sels fixes et des terres des végétaux.

Art. XXII. Des fermentations en général, et de la fermentation vineuse ou spiritueuse en particulier.

Art. XXIII. Du produit de la fermentation vineuse, ou de l'alcohol.

Art. XXIV. De la fermentation acéteuse, et des acides acéteux et acétiques.

Art. XXV. De la fermentation putrique des végétaux.

Quatrième partie. Règne animal.

Art. Ier. De l'analyse chimique des substances animales en général.

Art. II. Du sang.

Art. III. Du lait.

Art. IV. De la graisse.

Art. V. De la bile et des calculs bilaires.

Art. VI. De la salive, du suc pancréatique, et du suc gastrique.

Art. VII. Des humeurs ou matières animales, qui n'ont point encore été examinées, telles que la sueur, le mucus nasal, le cérumen, les larmes, la chassie, la liqueur séminale, et les excrémens.

Art. VIII. De l'urine.

Art. IX. Du phosphate ammoniacal, du

phosphate de soude, et du calcule de la vessie, ou acide lithique.

Art. X. Du phosphore de Kunckel.

Art. XI. De l'acide phosphorique, et de l'acide phosphoreux.

Art. XII. Des parties molles et blanches des animaux, et de leurs muscles.

Art. XIII. Des os des animaux.

Art. XIV. Des diverses substances utiles à la médecine et aux arts, qu'on retire des quadrupèdes, des cétacées, des oiseaux et des poissons.

Du castoreum.

Du musc.

De la corne de cerf.

Du blanc de baleine.

De l'ambre gris.

Des œufs des oiseaux.

De la colle de poisson.

De la tortue, des grenouilles et des vipères.

Des cantharides.

Des fourmis et de l'acide formique.

Du miel et de la cire.

Des vers à soie, de l'acide bombique et de la soie.

De la résine lacque.

Du chermès.

De la cochenille.

Des pierres d'écrevises.

Du corail.

De la vraie coraline.

Art. XV. Résultat de l'analyse des substances.

animales ; comparaison de ces substances avec les matières végétales.

Art. XVI. De la putréfraction des substances animales.

De la classification méthodique, et de la physique des animaux.

Section première.

Esquisse des méthodes d'histoire naturelle des animaux.

Section deuxième.

Des fonctions des animaux, considérées depuis l'homme jusqu'au polype.

Supplément au règne minéral.

De la nature des eaux minérales, et de leur analyse.

Définition et histoire des eaux minérales.

Principes contenus dans les eaux minérales.

Diverses classes des eaux minérales.

Examen des eaux minérales, d'après leurs propriétés physiques.

Examen des eaux minérales par les réactifs.

Examen des eaux minérales par la distillation.

Examen des eaux minérales par l'évaporation.

Des eaux minérales artificielles.

Discours sur les principes et l'ensemble de la chimie moderne (1).

PREMIÈRE PARTIE.

Généralités et Introduction.

ARTICLE PREMIER.

Définition de la Chimie, ses moyens, ses utilités, etc.

Les chimistes n'ont pas toujours été parfaitement d'accord entr'eux sur la manière dont

---

(1) Il eût peut-être fallu, dit le savant Fourcroy, dont nous suivons ici la division, disposer ces élémens dans un autre ordre. Cet ordre nouveau placeroit, par exemple, l'histoire de tous les corps combustibles, tels que le soufre, le charbon, les métaux, etc. avant celle des acides, des sels, dont plusieurs sont des corps brûlés, ou des composés de corps combustibles. On iroit ainsi du simple au composé; on ne sépareroit pas les acides d'un règne, de ceux des deux autres; on ne traiteroit, dans des chapitres particuliers, que des différences entre les principes des corps organiques, et ceux des minéraux. Nous devons prévenir ici nos lecteurs que nous éviterons, autant que nous pourrons, les répétitions. Par exemple, nous renverrons au chapitre de la physique générale et particulière, pour la synonimie ancienne et nouvelle, et autres objet qui y sont contenus.

on doit définir la chimie ; suivant Macquer, c'est une science dont l'objet est de reconnoître la nature et les propriétés de tous les corps par leurs analyses et leurs combinaisons ; cette définition est sans contredit la meilleure qu'on ait encore donnée ; cependant, comme ces deux moyens de la chimie, l'analyse et la combinaison, ne peuvent pas toujours être employés avec le même succès dans l'examen de beaucoup de corps naturels, ne seroit-il pas mieux de n'en pas faire mention, en définissant cette science ? le chimiste ne peut s'élever à la connoissance des propriétés des corps, qu'en les présentant en contact les uns aux autres : et comme tout ce qu'il peut savoir ne consiste que dans le rapport de la manière d'agir des substances naturelles entre elles, nous croyons devoir adopter la définition suivante : la chimie est une science qui nous apprend à connoître l'action intime et réciproque de tous les corps de la nature, les uns sur les autres. Les faits que nous allons présenter éclairciront cette définition. Pour exposer clairement et avec ordre l'étendue de cette science, nous devons considérer l'objet dont elle s'occupe, les moyens qu'elle emploie, la fin qu'elle se propose, et les avantages qu'on en retire.

L'objet de la chimie comprend tous les corps qui composent notre globe ; elle est aussi vaste que l'histoire naturelle, et ne reconnoît que les mêmes bornes.

L'*analyse*, ou la décomposition, la *syntèse* ou la combinaison, sont les deux moyens que la chimie met en usage, pour parvenir à son but. La première n'est autre chose, que la séparation des corps dont la combinaison formoit un composé; le *cinnabre*, par exemple, est composé de soufre et de mercure; l'art du chimiste parvient à séparer ces deux corps l'un de l'autre, et à faire ainsi l'analyse du cinnabre. On a cru, jusqu'à ces derniers tems, et plusieurs personnes croient encore, que ce moyen est celui dont la chimie peut tirer le plus d'avantage. Cette opinion a acquis tant de force dans l'esprit des savans, qu'elle a engagé plusieurs d'entre eux à définir la chimie, *la science de l'analyse;* rien n'est cependant plus contraire à l'idée exacte qu'on doit avoir de la décomposition. Nous croyons, afin de mettre cette vérité importante dans tout son jour, devoir distinguer deux espèces d'analyse, la vraie ou simple, la fausse ou compliquée; nous appelons *analyse vraie*, celle par laquelle on obtient les principes d'un corps qu'on décompose sans qu'ils aient subi d'altération; le seul caractère auquel on puisse la reconnoître, c'est qu'en unissant les principes qu'elle a soumis, on donne naissance à un composé, tout-à-fait semblable à celui qu'on a analysé. Le cinnabre, que nous avons déja cité, va nous servir d'exemple; lorsque, par des moyens chimiques, on sépare les deux substances, qui forment ce mixte, c'est-à-dire, le soufre et le

mercure, on obtient ces deux principes dans leur état de pureté, et tels qu'ils existoient dans le cinnabre, puisqu'en les unissant de nouveau, on forme un être en tout semblable à celui qu'on a d'abord décomposé ; cette espèces d'analyse est malheureusement très-rare. Les chimistes ne sont pas assez heureux pour pouvoir l'appliquer à tous les corps qu'ils traitent ; puisque, excepté les sels neutres, et quelques autres corps du règne minéral, toutes les substances végétales et animales ne sont pas susceptibles d'éprouver cette décompósition.

L'*analyse fausse*, ou compliquée, est celle par le moyen de laquelle on ne sépare d'un corps que des principes composés, qui n'existoient pas tels dans cette composition, et qui, par conséquent, ne peuvent plus, par leur union, réformer le premier composé : cette espèce de décomposition a lieu pour la plus grande partie des corps que les chymistes analysent; il suffit pour cela qu'il entre plus de deux principes dans leur composition, et que ces principes aient entre eux quelque tendance à se combiner: plusieurs minéraux, et toutes les substances végétales et animales, sans en excepter une, ne peuvent être analysées que de cette manière ; c'est ainsi que le sucre, mis dans une cornue, donne, à la distillation, de l'acide, de l'huile, des gaz et un charbon, qu'on tâcheroit envain de recombiner, pour reproduire cette substance, telle qu'elle étoit

avant son analyse ; cette sorte de décomposition n'indique point l'état, dans lequel se trouvoient les substances unies, avant qu'on les eut séparées ; elle ne peut donc fournir que peu de lumières : on doit même se méfier des résultats qu'elle donne ; c'est de-là qu'ont pris naissance tous les reproches qu'on a faits à la chimie ; on l'a accusée de désorganiser le tissu des corps, dont elle cherche à connoître les principes ; nous avouons qu'elle a, pendant long-tems, mérité ce reproche ; mais, plus circonspecte et plus avancée aujourd'hui, elle refuse sa confiance à la décomposition trompeuse, dont elle avoit autrefois emprunté les secours, et sait, sans altérer la nature des êtres qu'elle examine, rechercher leurs propriétés, et reconnoître les principes qui les composent ; elle va encore plus loin ; elle apprécie, comme nous le dirons dans l'examen des substances végétales, la réaction des principes les uns sur les autres ; et elle détermine les causes qui modifient, changent et altèrent ainsi ces principes.

La synthèse, ou la combinaison, qui constitue le second moyen de la chimie, n'est autre chose que la réunion de plusieurs principes, dont l'art sait former un composé ; c'est le plus puissant des deux, celui sur lequel elle peut le plus compter, et qui lui est sans contredit le plus utile ; on pourroit même assurer qu'il n'y a pas une seule opération de chimie, dans laquelle il ne se rencontre quelque com-

binaison. Les chimistes ne nous paroissent pas avoir assez insisté sur cet objet de la dernière importance ; en effet, la synthèse étant non-seulement plus fréquente, mais encore plus utile que l'analyse, ce seroit donner une bonne idée de la chimie, que de la présenter comme la science de la combinaison, plutôt que comme la science de l'analyse.

Quoique ces deux moyens s'emploient quelquefois séparément, il est cependant plus ordinaire de les trouver réunis ; souvent le chimiste ne peut faire une analyse vraie, qu'à l'aide d'une combinaison ; les analyses fausses sont toujours dues à de vraies synthèses ; enfin il n'est pas rare que la combinaison elle-même donne lieu à une sorte d'analyse ; cette dernière assertion n'est connue que depuis peu de tems ; la découverte d'un grand nombre de fluides aëriformes, dont on ne soupçonnoit pas même autrefois l'existence, nous a appris que, dans beaucoup d'opérations, que l'on regardoit auparavant comme de simples combinaisons, il se dégage un être invisible, élastique, qui sort en pétillant, se mêle à l'atmosphère, ou va remplir des vaisseaux dans lesquels nous avons su lui donner des entraves. La plupart des combinaisons des deux substances que l'on croyoit simples, offrent cette espèce d'analyse ; et nous aurons de fréquentes occasions d'en fournir des exemples, en parlant des sels neutres.

D'après ce que nous venons de dire sur la

synthèse, il est facile de conclure que tout l'art de la chimie consiste à favoriser la réaction intime des corps les uns sur les autres, et à observer soigneusement les phénomènes qui se passent pendant cette réaction. N'oublions pas de remarquer que les deux moyens, dont nous avons parlé, appartiennent à la nature elle-même, et que c'est d'elle que le chimiste a appris à les mettre en pratique; comme ils dépendent d'une force établie entre tous les corps, il suffit à l'artiste de la mettre en état d'agir sur les êtres qu'il veut analyser ou combiner : ces vérités importantes doivent être bien saisies et bien méditées par tous ceux qui veulent pénétrer jusques dans les profondeurs de la chimie. Elles forment, avec celles que nous exposerons dans les premiers articles de cette partie, la bâse sur laquelle est fondé l'ensemble de cette science.

Il est aisé de concevoir actuellement quelle est la fin de la chimie; ce n'est pas seulement de découvrir les principes des corps, puisqu'il est démontré qu'un grand nombre de substances ne peuvent être séparées en plusieurs principes, et sont des corps simples, au moins quant à l'état actuel de nos connoissances; mais, comme ces mêmes substances, qui ne sont point susceptibles d'analyse, peuvent avoir de l'action sur d'autres corps, et former des combinaisons, il est clair que le principal but de la chimie est de rechercher l'action des corps naturels les uns sur les autres, de

connoître l'ordre de leurs compositions, d'apprécier la force avec laquelle ils tendent à s'unir, et restent unis les uns aux autres.

Des utilités de la Chimie.

Il faudroit un volume pour présenter tous les avantages que la société retire de cette science; il y a un si grand nombre d'arts auxquels elle est utile, qu'on a cru devoir distinguer tous les arts en général, en deux grandes classes; la première renferme tous les arts mécaniques fondés sur des principes géométriques; la seconde comprend tous les arts dont les manipulations dépendent de la chimie, et qui méritent eux-mêmes le nom d'arts chimiques; ces derniers sont beaucoup plus nombreux que les autres; la chimie doit guider la marche des pratiques qu'on y emploie; tels sont 1°. les arts du briquetier, du tuilier, du potier de terre, du fayancier et de la porcelaine, qui consistent tous à préparer différentes espèces d'argile; 2°. celui du verrier, dont le but est d'unir une terre vitrifiable avec une substance saline, et de donner naissance à un être nouveau, dur, transparent et presque inattaquable à l'air; art merveilleux, dont la découverte a rendu les services les plus grands aux hommes; 3°. les arts d'extraire les métaux, de les fondre, de les purifier, de les allier les uns aux autres, doivent aussi à la chimie leur naissance et leurs progrès; 4°. le règne vé-

gétal comprend un grand nombre d'arts qui sont sous le domaine de la chimie; tous ceux qui s'occupent à convertir les sucs sucrés, ou les corps farineux, en liqueurs vineuses, à extraire de ces liqueurs l'esprit ardent qu'elles contiennent, à le séparer de l'eau avec laquelle il passe d'abord combiné; l'art d'unir cet esprit ardent avec la partie aromatique des plantes; celui d'extraire des végétaux des parties colorantes, et de les appliquer ensuite aux différentes étoffes; enfin, ceux de changer le vin en vinaigre, d'allier ce dernier avec différentes substances; de retirer, des grains et de plusieurs parties végétales, la matière précieuse destinée à former le pain, celui de faire passer la farine de l'état de corps sec et insipide, à l'état de substance légère, dissoluble et douée d'une saveur agréable; tous ces arts, et un grand nombre d'autres, vu les bornes que nous nous sommes prescrites, ne nous permettent pas de les exposer ici.

La chimie n'a pas moins de droits pour revendiquer tous ceux qui ont pour objet les matières animales; tels que l'art du cuisinier, du mégissier, du tanneur, du corroyeur, du chapelier; mais un des arts les plus importans, qui tient le milieu entre les arts proprement dits et les sciences, et auquel la chimie est singulièrement utile, c'est la pharmacie.

Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les sciences, pour sentir combien la chimie peut leur être utile. L'histoire naturelle est une de

celles qui en retirent le plus d'avantages ; les caractères que les premiers naturalistes ont employés pour reconnoître les minéraux, n'étoient pris que de leurs propriétés physiques, comme la couleur, la forme, la consistance, etc. Mais ces propriétés étant très-sujettes à varier, les corps dont les anciens philosophes ont parlé, ne sont plus connus aujourd'hui, et les travaux immenses des premiers naturalistes sont presque entièrement perdus ; les modernes se sont apperçu que, pour obvier à cet inconvénient très-nuisible aux progrès de l'histoire naturelle, il falloit suivre une autre méthode : la voie de l'analyse chimique a paru préférable, et l'on est déja assez avancé sur cet objet pour établir dans les minéraux des classes fondées sur la nature et la quantité des principes qui entrent dans leur composition. C'est aux travaux de MM. Bergman, Bayen, Monnet, etc. qu'on est redevable de l'avancement de l'histoire naturelle dans cette partie. Wallérius, Cronstedt, et quelques autres savans, avoient commencé à classer la minéralogie d'après les propriétés chimiques ; Bucquet avoit ajouté, dans ses derniers cours, aux connoissances transmises par ces deux célèbres naturalistes, et sa méthode de classer les minéraux étoit entièrement chimique. M. Sage, qui a fait l'analyse d'un grand nombre de minéraux, a suivi une méthode absolument chimique, pour disposer ces corps. Quoique l'ensemble de sa théorie n'ait été adopté

par

par aucun chimiste, la minéralogie lui a de très-grandes obligations. M. Daubenton s'est servi des travaux de tous ces savans, et il les a adoptés avec cette sage retenue qui caractérise le philosophe dont le but est de chercher la vérité à travers les erreurs et les incertitudes, dont elle n'est malheureusement que trop enveloppée : rien n'est donc mieux démontré que l'utilité de la chimie en histoire naturelle ; elle sera toujours la seule qui puisse dissiper aux yeux de la postérité l'obscurité que les simples descriptions physiques avoient mise jusqu'à nos jours dans cette science.

De l'Histoire de la Chimie.

Il n'est pas permis d'ignorer les principaux traits de l'histoire d'une science aussi intéressante que la chimie. Pour éviter les répétitions, nous ne dirons ici que ce que nous avons omis, ou pas suffisamment développé dans l'histoire que nous avons donnée de cette science, au chapitre de cette collection où nous avons placé l'histoire analytique de toutes les sciences. Le lecteur se rappelera que nous avons fait remonter la première époque de la chimie aux Égyptiens, la seconde aux Arabes ; nous avons fait voir comment cette science a passé d'orient en occident, par les croisades ; et ses progrès, ainsi que les abus de l'alchimie, depuis le seizième siècle, jusqu'au milieu du dix-septième, où l'on peut

commencer l'époque de la naissance et des progrès de la chimie philosophique, jusqu'au milieu du dix-huitième siècle. A cette époque, Boerhaave fit un ouvrage très-célèbre et très-recherché. Les traités des quatre élémens, et sur-tout celui du feu, qu'il a consignés, sont des chef-d'œuvres auxquels il eut été impossible de rien ajouter de son tems; il est aussi le premier qui se soit occupé de l'analyse des végétaux, et on lui doit la connoissance de l'arome, ou esprit recteur, etc.

La théorie de Sthaal a été suivie par tous les chimistes, et elle a pris de nouvelles forces par les travaux de deux frères célèbres, les Rouelle, que la chimie a perdus trop tôt, et auxquels on doit rapporter l'origine des progrès que la chimie a fait en France.

L'illustre Macquer, le premier qui a écrit d'une manière très-claire sur cette science, est aussi un des chimistes qui a le plus contribué à son avancement, et dont les excellens ouvrages ont été regardés avec raison, dans toute l'Europe, comme les guides les plus sûrs pour apprendre la chimie.

Nous voici parvenus enfin à la sixième époque, celle de la chimie pneumatique, ou du tems actuel. Stahl, occupé tout entier à démontrer et à suivre le *phlogistique* dans toutes ses combinaisons, semble avoir oublié l'influence de l'air dans la plupart des phénomènes où il fait jouer un rôle au seul principe inflammable. Boyle et Hales avoient cependant

déja prouvé la nécessité de compter ce fluide pour beaucoup dans les opérations de la chimie ; le premier avoit apperçu la différence que présentent les phénomènes chimiques, observés dans le vide ou dans l'atmosphère ; le second avoit retiré d'un grand nombre de corps un fluide qu'il regardoit comme de l'air, et dans lequel il avoit cependant remarqué des propriétés particulières, telles que l'odeur, l'inflammabilité, etc. Il regardoit l'air comme le ciment des corps, et comme le principe de leur solidité.

M. Priestley, en répétant une grande partie des expériences de Hales, a découvert beaucoup de fluides qui, avec les apparences de l'air, en diffèrent par toutes leurs propriétés essentielles ; il a retiré sur-tout des *chaux*, ou oxides métalliques, une espèce beaucoup plus pure que ne l'est celui de l'atmosphère.

M. Bayen, chimiste si justement célèbre par l'exactitude de ses travaux, a examiné les oxides de mercure, et découvert que plusieurs se réduisent sans phlogistique, et qu'ils donnent, pendant leur réduction, un fluide aëriforme très-abondant.

M. Lavoisier prouva bientôt, par une grande suite de belles expériences, qu'une partie de l'air se combine avec les corps que l'on calcine ou que l'on brûle ; dès lors, il s'éleva une classe de chimistes qui commencèrent à douter de la présence du *phlogistique*, et qui attribuèrent à le fixation de l'air ou à son dé-

gagement, tous les phénomènes que Stahl croyoit dus à la séparation ou à la combinaison du *phlogistigue*. Il faut convenir que cette doctrine avoit sur celle de Stahl, l'avantage d'une démonstration plus rigoureuse, et qu'elle devoit paroître d'autant plus séduisante, qu'elle étoit plus d'accord avec la marche méthodique et précise qu'on suit aujourd'hui dans l'étude et la culture de la physique ; elle avoit aussi paru telle à Burquet qui, dans ses deux ou trois derniers cours, paroissoit lui donner la préférence ; le parti sans doute le plus sage, et le seul qu'on dut prendre dans cette circonstance, étoit d'attendre qu'un plus grand nombre de faits eut entièrement démontré que tous les phénomènes de la chimie peuvent s'expliquer par la doctrine des gaz, sans y admettre le phlogistique. Macquer, très-convaincu de la grande révolution que les nouvelles découvertes devoient occasionner dans la chimie, n'a pas cru cependant qu'on pût tout expliquer sans la présence du principe inflammable ; et il a substitué à la place du *phlogistique*, dont l'existence n'a jamais été rigoureusement démontrée, la lumière dont l'action et l'influence sur les phénomènes de la chimie ne sauroient être révoquées en doute.

Depuis la mort de ce célèbre chimiste, la science a tant gagné en découvertes nouvelles, que la théorie moderne acquiert de jour en jour de nouvelles forces ; la grande masse de faits, le nombre d'expériences répétées, ache-

veront sans doute de l'étendre et d'en prouver la certitude.

ARTICLE III.

Des attractions chimiques.

Nous avons fait remarquer dans le premier chapitre, que les moyens dont on se servoit en chimie, et qui ont été réduits en général à l'analyse et à la synthèse, étoient puisés dans la nature même, dont les chimistes ne sont que les imitateurs ; c'est pour prouver cette vérité, que nous allons considérer ici ce qu'ils entendent par affinités.

On ne peut faire un pas dans l'étude de la physique, sans observer les effets de cette force admirable, établie entre tous les corps naturels, par laquelle ils s'attirent réciproquement, se recherchent, pour ainsi dire, et font des efforts pour s'approcher les uns des autres ; c'est de cette grande loi que dépendent les phénomènes de l'univers, que le philosophe contemple, et que l'homme le mieux instruit ne peut voir sans admiration.

Cette force, si nécessaire à l'harmonie du monde, règne sur les corps les plus petits, comme sur les plus grands ; mais ses lois paroissent être différentes, ou différemment modifiées, suivant la masse, le volume, et la distance des êtres sur lesquels elle exerce sa puissance : sans en rechercher les effets dans les

corps planétaires dont elle règle la distance et les mouvemens, observons-les sur ceux de notre globe, et tâchons d'en découvrir les lois.

La physique nous apprend que deux corps solides de même nature, mouillés et mis en contact, adhèrent l'un à l'autre, avec d'autant plus de force que la surface par laquelle ils se touchent est plus étendue et plus polie. Ainsi deux plans de glace, deux sections d'une sphère métallique, mouillées et glissées l'une sur l'autre, se collent pour ainsi dire, et demandent un effort, souvent assez considérable, pour être désunies. La plupart des chimistes ont désigné cette force, sous le nom d'affinité, ou de rapport, parce qu'ils ont cru qu'elle dépendoit d'une analogie, ou conformité des principes, dans les corps entre lesquels elle existe ; Bergman l'a appelée *attraction chimique :* et, quoique ces phénomènes paroissent différens de ceux de l'attraction planétaire, découverte par Newton, comme elle est due à la même force, nous adopterons cette dénomination. L'attraction chimique peut avoir lieu entre des corps de nature différente ; observons-là sous ce double point de vue.

De l'attraction qui a lieu entre les molécules d'une nature semblable, ou de l'affinité d'aggrégation.

Lorsque deux corps de nature semblable, comme deux globules de mercure, mis a

point de contact, tendent, en vertu de cette force, à s'unir, et s'unissent réellement, il résulte, de cette union, une sphère d'une masse plus considérable, mais qui n'a point changé de nature ; cette force n'agit donc dans ce cas que sur les qualités physiques ou apparentes ; elle réunit les molécules de même nature qui étoient séparées ; elle augmente le volume, en confondant les masses, et forme un tout de plusieurs parties isolées. On lui donne le nom d'*affinité*, ou *d'attraction d'aggrégation*, pour la distinguer de celle qui a lieu entre des corps d'une aggrégation différente ; elle donne naissance à un aggrégé ; son caractère est donc de modifier les propriétés apparentes ou physiques, sans influer d'une manière sensible sur les qualités chimiques. L'*aggrégé* n'est qu'un corps cohérent, dont les molécules adhèrent les unes aux autres, en vertu de leur force d'aggrégation ; il faut bien les distinguer du simple *amas*, ou *tas*, qui n'est qu'une masse de parties de même nature, mais séparées les unes des autres, et qui n'ont point de cohérence et de *mélange*, dont le caractère est d'être composé de parties dissemblables, mêlées les unes aux autres, et sans adhérence.

Nous distinguerons quatre genres d'aggrégés, sous lesquels peuvent être compris tous les corps de la nature.

1°. *L'aggrégé dur ou solide*, dans lequel la force, qui unit les parties intégrantes, est très-considérable, et qui demande un effort

violent, pour perdre son aggrégation; il y a beaucoup d'espèces ou de degrés dans ce genre, depuis la dureté des pierres précieuses, ou du crystal de roche, jusqu'à la solidité du bois le plus tendre.

2°. *L'aggrégé mou*, dont les parties cohérentes peuvent se séparer à l'aide d'un léger effort.

3°. *L'aggrégé fluide*, dont les parties intégrantes sont assez peu unies ensemble, pour que le moindre effort, non-seulement les fasse glisser et rouler les unes sur les autres, mais même soit capable de les séparer, et de les isoler en globules.

4°. *L'aggrégé aëriforme*, dont les molécules intégrantes sont trop tenues pour pouvoir être apperçues, et dans lequel l'affinité d'aggrégation est la plus petite possible; l'air atmosphérique en fournit un exemple.

Ces quatres genres d'aggrégation ne sont, à proprement parler, que différens degrés de la même force, qu'il est cependant nécessaire de distinguer avec soin, parce que leur état et leur diversité influent singulièrement sur les phénomènes chimiques. On peut prouver, d'une manière très-satisfaisante, qu'ils ne sont réellement que des degrés les uns des autres, puisque beaucoup de corps peuvent se trouver successivement dans ces quatre états. L'eau en glace est un aggrégé solide; sa dureté est d'autant plus considérable, que le froid qui la lui donne, est plus vif; lorsqu'on l'expose à la

température de *o*, elle prend une sorte de mollesse, avant de passer à la liquidité ; tout le monde connoît son état fluide ; et les physiciens ont calculé la force d'expansité qu'elle a, lorsqu'on la met en état de vapeur, ou dans l'aggrégation aëriforme.

Pour détruire, ou affoiblir l'attraction d'aggrégation, il ne s'agit que d'opposer à un aggrégé une force extérieure plus vive, que celle qui tient ses molécules les unes près des autres. Telle est la grande loi qu'on doit toujours observer dans la pratique des *opérations ancillaires*, ou préparatoires, dont l'unique but est de rendre nulle l'attraction d'aggrégation. La pulvérisation, la porphyrisation, l'action de la lime, de la rape, des ciseaux, servent à s'opposer à la cohérence des solides, et à séparer leurs parties : la chaleur et l'évaporation font le même effet sur les fluides, ainsi que sur la plupart des solides, qui sont susceptibles de se ramollir, et de se fondre : mais ces derniers moyens, dans lesquels la chaleur est l'agent qui divise, dépendent eux-mêmes d'une attraction chimique de la seconde espèce ; on en peut dire autant de la dissolution par l'eau.

Si l'art offre des moyens sans nombre de s'opposer à la force d'aggrégation, et de la détruire entièrement, il en fournit aussi pour la rétablir et pour la faire agir avec toute l'énergie dont elle est susceptible; toutes les manipulations, qu'il enseigne sur cet objet,

consistent à mettre les corps, dont on se propose de faire reparoître l'aggrégation, dans un état de division et de fluidité, tel que les molécules de ces corps, douées du mouvement qui leur est propre, puissent s'attirer, se rechercher, s'appliquer les unes aux autres, par les surfaces les plus convenables, de sorte qu'elles constituent, par leur union, un aggrégé, dont la figure régulière, et la cohérence égalent souvent celle que la nature leur donne, et les surpassent même quelquefois : remarquons encore, à cette occasion, qu'on peut encore distinguer tous les corps aggrégés, sous deux états ; savoir, celui d'aggregés irréguliers, et celui d'aggrégés réguliers.

De l'attraction chimique entre les molécules de nature différente, ou de l'affinité de composition.

Lorsque deux corps, de nature diverse, tendent à s'unir, ils se combinent alors en vertu d'une force un peu différente de celle que nous avons examinée jusqu'ici, et à laquelle on donne le nom d'*affinité de composition*, et mieux d'*attraction de composition*. Cette espèce d'attraction, plus importante encore à connoître que la première, a lieu dans toutes les opérations de la chimie ; et c'est elle seule qui peut éclairer le chimiste sur les phénomènes que son art lui présente sans cesse :

de tout tems on a connu cette force ; mais on n'y a fait l'attention qu'elle mérite, que depuis qu'on s'est apperçu qu'elle influe sur la pratique, autant que sur la théorie de la science dont nous nous occupons ; c'est elle, en effet, qui doit guider l'artiste dans les recherches propres à avancer la chimie, et que doit consulter le savant qui rassemble les faits, et qui les compare ; elle est la boussole de tous les deux ; et l'on peut avancer que celui qui connoît bien les attractions chimiques, sait tout ce qu'il y a de plus grand et de plus sublime à savoir dans cette science.

Bien persuadés de cette vérité, nous tâcherons d'abord de rassembler fidèlement tous les faits qui y ont rapport ; nous exposerons ensuite les hypothèses qui ont été imaginées sur la cause de l'attraction chimique.

L'observation, la mère de la chimie, comme de toutes les sciences de faits, a appris que l'attraction de composition présente des phénomènes constans et invariables, qu'on peut regarder comme des lois établies par la nature, et dont elle ne paroît s'écarter qu'aux yeux de ceux qui ne savent pas la suivre et l'étudier ; ces lois, fondées sur un grand nombre d'expériences exactes et constantes, peuvent être réduites à huit, que nous allons faire connoître.

Première loi de l'attraction de composition.

L'attraction de composition n'a lieu qu'entre des corps de nature différente.

Cette première loi est invariable, et ne souffre jamais d'exception. Pour que deux corps puissent se combiner, et former un composé, il est absolument nécessaire qu'ils soient d'une nature différente: en effet, si deux corps de nature semblable s'unissent l'un à l'autre, il ne peut résulter de cette union qu'un aggrégé, dont la masse, le volume et l'étendue, seront seulement augmentés, mais qui n'aura perdu aucune de ses propriétés essentielles; ce ne sera que l'effet de la force d'aggrégation qui les tiendra unis, comme nous l'avons fait voir, en parlant de cette première attraction : c'est ainsi qu'on réunit, par la chaleur, deux morceaux de cire, de résine, de soufre, etc. On sent aisément, d'après cela, la différence qui existe entre l'attraction d'aggrégation, et l'attraction de composition.

Cette loi est si vraie et si constante, que jamais l'attraction de composition n'est plus forte, que, lorsque les corps, entre lesquels elle a lieu, diffèrent plus les uns des autres par leur nature; c'est ainsi que les sels acides, opposés par leurs propriétés aux alkalis, se combinent si intimement, et forment des composés si parfaits avec ces derniers : on trouve la même

opposition de propriétés entre les alkalis et le soufre, les mêmes sels et l'huile, les acides et les métaux, l'alcohol et l'eau, etc. : toutes substances qui ont beaucoup de tendance à s'unir les unes aux autres, et à constituer des composés très - intimes, quoique leur nature soit totalement différente.

Il est d'autant plus nécessaire de bien reconnoître cette grande loi de l'affinité de composition, que plusieurs chimistes, à la tête desquels doit être placé Sthal, ont essayé de prouver que les corps ne se combinoient jamais, qu'en vertu d'un certain rapport, d'une certaine ressemblance entre leurs propriétés; opinion à laquelle on se refusera nécessairement, lorsqu'on concevra bien l'étendue que nous donnons à cette première loi. En lisant ce que les plus grands chimistes ont écrit sur cette matière, on s'apperçoit que les rapports qu'ils s'efforcent de trouver entre les substances qui ont beaucoup de rapport à s'unir entr'elles, sont toujours très-éloignés, et qu'il étoit rigoureusement possible, en suivant cette méthode, d'en trouver de pareils entre les corps les plus dissemblables; d'ailleurs, il est facile de voir que ces hommes de génie ont eu l'intention de rendre la théorie des attractions chimiques plus lumineuse, en proposant cette explication; et ceux qui savent combien il est difficile d'établir des systêmes dans les connoissances humaines, leur porteront une éternelle reconnoissance; leurs travaux sont toujours utiles,

par le rapprochement des faits, et la liaison qu'ils mettent entr'eux; mais la vérité, à laquelle nous devons notre premier hommage, nous force à avouer notre ignorance sur la cause de ce grand phenomène, que nous posons comme une loi, au lieu d'avoir recours à une analogie qui est constamment démentie par l'examen des propriétés des corps.

Deuxième loi de l'attraction de composition.

L'attraction de composition n'a lieu qu'entre les dernières molécules des corps.

Pour bien concevoir l'existence de cette loi, il faut nécessairement distinguer ce que nous entendons par sujets chimiques, et comment ils diffèrent des sujets physiques; les derniers sont des corps dont les propriétés extérieures, telles que la masse, le volume, la surface, l'étendue, la figure, peuvent être soumises au calcul, et appréciées d'après le rapport des sens; ce sont des aggrégés, dont le physicien peut observer les qualités, et les comparer entre elles : les sujets chimiques, au contraire, sont des êtres qui ont perdu leur aggrégation, et qui, conséquemment, n'offrent plus aux sens les propriétés physiques des aggrégés; ce sont des molécules si déliées, si ténues, qu'on ne peut mesurer leur étendue, ni connoître leur figure et leur volume : ce n'est que, lorsque les corps ont été réduits à ce degré de fi-

nesse par les différentes opérations ancillaires, dont il est question plus haut, qu'ils obeissent à l'attraction de composition ; et le chimiste ne parvient à les combiner, que lorsqu'il les présente les uns aux autres dans cet état de division : il paroît que cette force réside dans les dernières molécules des corps ; on voit, d'après cela, que l'attraction de composition diffère de l'attraction qui a lieu entre de grandes masses ; cette différence est encore plus frappante, lorsqu'on considère l'opposition qui se trouve entre l'attraction d'aggrégation et l'attraction de composition; cette opposition est si réelle, que nous croyons pouvoir avancer comme un axiome chimique, que plus l'aggrégation est foible, plus l'attraction de combinaison est forte ; et, qu'au contraire, plus l'aggrégationest forte, moins l'attraction de composition a d'énergie ; ces deux forces semblent être opposées l'une à l'autre, et se contre-balancer mutuellement : en effet, l'attraction d'aggrégation s'oppose à ce que les corps puissent se combiner ; aussi, ceux dont l'aggrégation est très-forte, n'ont-ils que peu de tendance à la combinaison, tandis que les substances, qui n'ont point, ou n'ont que très-peu d'aggrégation, ont en même tems une très-grande force de combinaison ; parmi les gaz, par exemple, qui de tous les êtres connus, sont ceux dont l'aggrégation est la plus foible, il en est plusieurs dont la tendance à la combinaison est si forte, qu'ils s'unissent avec la plus grande vivacité à pres-

que tous les objets naturels. Cependant, nous verrons, par la suite, que cela n'a lieu que, lorsque le calorique, qui est combiné dans les fluides élastiques, ne tient que foiblement à une bâse, et que très-souvent l'état aëriforme s'oppose à la combinaison, comme cela a lieu pour l'air vital.

Troisième loi de l'attraction de composition.

L'Attraction de composition peut avoir lieu entre plusieurs corps.

Cette loi est une de celles de l'attraction chimique, sur laquelle nous sommes le moins avancés, et qu'on ne fait encore qu'entrevoir. On connoît beaucoup de combinaisons entre deux corps ; on en connoît beaucoup moins entre trois ; et à peine a-t-on quelques exemples de quatre corps qui puissent rester unis les uns aux autres avec une affinité égale ; il n'y a guère que les métaux qui offrent de semblables combinaisons, et qu'on peut allier au nombre de deux, de trois, de quatre : il est vraisemblable qu'il existe des composés de plus de quatre corps ; de six ou de huit, par exemple ; mais l'art ne nous a encore que peu éclairés sur cet objet. La raison de la lenteur des progrès dans l'étude de cette loi de l'attraction chimique sera exposée clairement, lorsque nous traiterons de la huitième loi : on désigne cette attraction par le nombre des subs-

tances

tances unies, en disant attraction de deux, de trois, de quatre corps, et ainsi de suite. Nous appelerons ces attractions *compliquées*.

Quatrième loi de l'attraction de composition.

Pour que l'attraction de composition ait lieu entre deux corps, il faut que l'un des deux au moins soit fluide.

Plus les êtres que le chimiste veut combiner sont fluides, et moins par conséquent ils ont de force aggrégative, plus facilement et plus intimement il parvient à les unir; c'est pour cela qu'aucune combinaison ne se fait avec activité, et ne donne un composé plus parfait, que lorsqu'on met en contact deux fluides aëriformes salins, comme le gaz acide muriatique et le gaz ammoniac.

Il n'est pas toujours nécessaire que les corps qu'on veut combiner soient tous les deux fluides; il suffit qu'un des deux le soit; dans leur union, il se passe un phénomène que les chimistes connoissent sous le nom de *dissolution*; c'est l'atténuation, la division et la disparition entière du corps solide mis en contact avec le fluide; pour bien entendre la cause de ce phénomène, il faut concevoir que l'attraction de combinaison qui existe entre deux substances, l'une liquide et l'autre solide, comme l'acide sulfurique et un morceau de spath calcaire, est plus forte que l'aggrégation qui unit les mo-

lécules du spath, et qui en fait un corps solide. Or, comme par la troisième loi, cette attraction ne peut avoir lieu qu'entre les dernières molécules, il faut, de toute nécessité, que le spath perde son aggrégation, et soit réduit en très-petites molécules, pour pouvoir s'unir à l'acide sulfurique, et former du sulfate calcaire.

Les chimistes anciens avoient distingué, dans toute dissolution, le dissolvant et le corps à dissoudre; le premier étoit le corps fluide, le second étoit le solide : cette distinction, qui suppose dans le fluide une force supérieure à celle qui existe dans l'aggrégé solide, ne peut être admise par les chimistes modernes, qui observent avec M. Gellert, qu'il y a une action égale, de la part des deux corps dans une dissolution, et que, dans l'exemple cité, l'acide sulfurique ne détruiroit pas l'aggrégation de la craie, si cette dernière ne tendoit de son côté à se combiner avec l'acide sulfurique, et ne l'attiroit tout autant que ce dernier l'attire : ce mot de *dissolvant*, donné jusqu'aujourd'hui aux fluides, est donc peu chimique, et ne présente que l'idée d'une opération mécanique; aussi seroit-il très-bon de le proscrire; comme l'usage a malheureusement prévalu, il faut se ressouvenir que, lorsqu'on dit en chimie qu'un corps en dissout un autre, on n'exprime que l'état physique de fluidité de ce premier corps, et on ne lui attribue pas une activité, une énergie plus grande qu'au solide qui jouit exac-

tement de la même force, ou même d'une supérieure, puisque la tendance qu'il a pour se combiner au fluide est telle, qu'elle l'emporte sur son aggrégation, et la détruit tout-à-fait.

La fausse idée qu'on a eue jusqu'à ses derniers tems, sur la dissolution, est sans doute venue de la théorie mécanique, que quelques chimistes ont donnée sur cette opération de la nature; cette théorie qu'on trouve à chaque page dans la chimie de Lemery, consiste à regarder le dissolvant, un acide, par exemple, nomme un assemblage de pointes ou d'aiguilles très-acérées, et le corps à dissoudre, comme composé d'une infinité de pores, dans lesquels sont reçues les pointes de l'acide, qui écartent les parties du corps à dissoudre, les séparent, et le réduisent ainsi à un état de division; tel qu'il semble disparoître, et échappe à la vue; il suffit d'énoncer cette opinion pour la combattre, et pour faire appercevoir combien elle est éloignée de la marche qu'on suit aujourd'hui dans les sciences physiques.

Cinquième loi de l'attraction de composition.

Lorsque deux, ou plusieurs corps s'unissent par l'attraction de composition, leur température change dans l'instant de leur union.

La température des corps qui se combinent, peut être altérée de deux manières; ils produisent du froid ou de la chaleur; la dernière a

lieu beaucoup plus souvent que le premier ; mais comme il se produit dans plusieurs opérations synthétiques, nous avons exprimé ce phénomène par le changement général de température.

On pourroit nous objecter qu'il y a certaines dissolutions ou combinaisons lentes, dans lesquelles le changement de température n'est pas apparent; nous prions les personnes qui seroient tentées de nous faire cette objection, de plonger un thermomètre très-sensible dans ces dissolutions ; elles seront bientôt convaincues que la température y est toujours différente, et presque toujours plus froide que celle de l'atmosphère.

Ce phénomène paroit aussi dépendre du changement d'aggrégation des substances que l'on combine, de leur passage de l'état de solidité à celui de liquidité, ou de ce dernier à l'autre, suivant la belle observation de M. Baumé, dont nous parlerons ailleurs; mais comme ce changement d'aggrégation dépend lui-même de l'action de l'attraction de combinaison, il est évident que c'est cette attraction qui change la température en même tems que l'aggrégation.

Macquer a pensé que les variations, dans la température des corps qui se combinent, dépendent du mouvement auquel sont soumises les molécules de ces corps ; mais si cette explication suffit pour indiquer la cause de la chaleur produite dans les combinaisons, elle ne présente pas le même avantage pour faire

connoître la cause du froid qui s'excite dans plusieurs d'entre elles : quelques chimistes modernes, et en particulier Schéele et Bergman, croient que la chaleur, qu'ils regardent comme un corps particulier, joue un très-grand rôle dans les combinaisons chimiques, et qu'elle est, ou absorbée, ce qui produit du froid, ou dégagée, ce qui excite du chaud ; cette théorie explique très-bien les changemens de température qui ont lieu pendant que les corps s'unissent.

Sixième loi de l'attraction de composition.

Deux ou plusieurs corps, qui se sont unis par attraction de composition, forment un être dont les propriétés sont nouvelles et très-différentes de celles qu'avoit chacun de ces corps avant de s'unir.

Cette loi est celle qu'il est le plus nécessaire de bien établir, parce que plusieurs chimistes célèbres de ce siècle ont eu, sur les propriétés des composés, des idées qui ne nous paroissent point être d'accord avec le plus grand nombre de faits, et qui contredisent formellement celui que nous offrons ici comme un des principaux et des plus remarquables phénomènes de l'attraction de composition. Stahl, et ses sectateurs, dont le génie a rendu d'ailleurs tant d'importans services à la chimie, ont avancé

que les composés participoient toujours des propriétés des corps qui entroient dans leur composition, et qu'ils en avoient de moyennes entre celles de leurs principes; ils ont même poussé cette idée jusqu'à croire qu'il seroit possible de deviner, d'après les propriétés d'un être composé, la nature des corps qui le composent; c'est ainsi que Stahl a annoncé que les sels étoient formés d'eau et de terre, parce qu'il croyoit trouver dans tous des propriétés moyennes entre celles de ces deux substances. Comme nous nous réservons de discuter cette grande doctrine en parlant des sels en général, nous ne dirons rien sur cet exemple; nous ferons seulement observer que les chimistes, qui ont suivi Stahl dans cette opinion, n'ont pas été plus heureux que lui dans leurs preuves, et que les propriétés moyennes qu'ils se sont efforcés de trouver dans les composés, n'ont presque toujours qu'un rapport bien éloigné avec celles de leurs composans; ce que nous démontrerons par les plus fameux exemples choisis et donnés en preuve par Stahl lui-même; nous ne pouvons même nous empêcher d'avouer que c'est la difficulté qu'il paroît avoir eue pour établir cette idée dans ses ouvrages, et l'espèce de gêne qui règne dans ses explications, qui nous a engagés, Bucquet et moi, dit le judicieux Fourcroy, que nous ne faisons que transcrire ici, à observer attentivement cette théorie, et qui nous a conduits à en adopter une entièrement opposée.

En effet, pour démontrer rigoureusement

l'existence de la loi dont nous nous occupons, il suffira de fournir des exemples de composés, dont les propriétés sont tout-à-fait nouvelles, et ne tiennent point du tout à celles de leurs composans ; or, l'histoire de toutes les combinaisons chimiques vient à l'appui de ce que nous avançons ; et il n'en est pas une qui ne puisse nous servir à établir la vérité que nous proposons.

Pour faire voir, 1°. que les corps qui s'unissent perdent les propriétés que chacun d'eux avoit; 2°. qu'ils en acquièrent de nouvelles tout-à-fait différentes; fixons nous à quelques propriétés dont les variations puissent être bien sensibles : la saveur est souvent très-considérable dans deux corps isolés ; et lorsqu'on les combine, ils n'en ont plus qu'une très-foible, si on la compare à celle des premiers ; le *sulfate de potasse*, ou *tartre vitriolé*, qui résulte de la combinaison de deux puissans caustiques, l'acide sulfurique ou *vitriolique*, et la potasse pure, n'a qu'une saveur amère, qui n'est certainement pas moyenne entre le causticité de ces deux sels ; d'un autre côté, deux corps qui n'ont que peu ou point de saveur, en acquièrent une très-forte dans leur union ; quelques graines d'acide muriatique oxigéné, délayés dans un verre d'eau, et quelques grains de mercure donnés chacun séparément, ne sont pas capables de porter atteinte à l'économie animale, tandis que la même dose de *muriate mercuriel oxigéné*, ou *sublimé corrosif*,

formé par la combinaison de ces deux substances, administré dans le même véhicule, est un poison des plus violens, et d'une saveur très-corrosive.

L'attraction de composition influe aussi singulièrement sur la forme.

Il en est de même de la consistance ; presque jamais elle n'est dans un composé la même, que dans les principes qui le forment.

La couleur est le plus souvent altérée dans les combinaisons ; quelquefois elle se perd : c'est ainsi que, lorsqu'on unit de l'acide muriatique coloré avec une métal, cet acide devient blanc.

Souvent des corps très-odorans forment des composés sans odeur, comme le gaz acide muriatique, et le gaz ammoniac ou alkalin, dont l'odeur est vive et suffoquante, et qui donnent naissance à un sel neutre presque sans odeur, et connu sous le nom de muriate ammoniacal.

Nous pouvons faire la même observation sur la fusibilité. Deux substances très-infusibles, ou très-difficiles à fondre séparément, deviennent très-fusibles, lorsqu'elles sont unies : la combinaison du soufre et des métaux fournit des exemples bien frappans de cette assertion.

Septième loi de l'attraction de composition.

L'attraction de composition se mesure par la difficulté qu'on éprouve à détruire la combinaison formée entre deux ou trois corps.

Les chimistes connoissent des moyens de séparer les corps unis les uns aux autres, quelque adhérence ou quelque attraction qu'il y ait entre ces corps ; mais ces moyens sont plus ou moins faciles, plus ou moins compliqués : en observant les phénomènes chimiques, qui se passent à cet égard, on remarque constamment que plus les composés sont parfaits, plus il est difficile d'en séparer les principes, et d'en détruire la composition : les degrés de difficulté qu'on éprouvera pour cette séparation pourront donc servir à faire reconnoître ceux de l'adhérence ou de l'attraction qui existe entre tel et tel corps.

Nous insistons avec d'autant plus de force sur cette loi, que les personnes qui commencent à se livrer à la pratique des opérations chimiques, pourroient se méprendre sur la différence d'attraction qui règne entre les différens corps qu'elles combinent ensemble : l'activité avec laquelle certaines substances s'unissent, doit naturellement faire croire que l'adhérence est très-considérable entre elles ; cependant une longue expérience apprend que cette vivacité de combinaison, loin d'indiquer

une composition parfaite, démontre plutôt une adhérence très-foible, et ne donne naissance qu'à un composé très-imparfait. Pour fixer d'une manière exacte le degré d'affinité, avec laquelle les corps s'unissent et restent unis, il faut donc avoir égard à la mesure de la difficulté qu'on éprouve à les séparer, ou à décomposer leur union : l'examen de la huitième et dernière loi éclaircira cet objet.

Huitième loi de l'attraction de composition.

Tous les corps n'ont pas entre eux la même force d'attraction chimique ; et l'on peut, à l'aide de l'observation, déterminer le degré de cette force existante entre les différens corps de la nature.

Tous les êtres naturels n'ont pas une égale tendence pour se combiner les uns avec les autres ; il en est qui refusent absolument de s'unir, ou qu'au moins l'art ne peut parvenir à unir directement, comme le fer et le mercure, l'eau et l'huile, etc. quoiqu'il soit faux de dire qu'ils n'ont ensemble aucune attraction ; d'autres ne s'unissent que difficilement, et à l'aide d'un tems très-long.

Mais ce qui est le plus important dans cette variété de l'attraction chimique, c'est que, comme cette force n'est pas égale entre tous les corps, on peut, d'après la connoissance de

ce phénomène opérer sur-le-champ la séparation de deux corps dont l'union formoit un composé. Bergman a imaginé le nom d'*attractions électives*, pour exprimer qu'il y a une sorte de choix entre les corps, qui, pour se combiner, décomposent ou séparent des matières auparavant réunis ; c'est même dans cette décomposition que consiste le plus grand art du chimiste ; et c'est par elle qu'il produit des espèces de miracles, aux yeux des personnes qui ne les ont point encore observés : pour bien entendre ce que c'est que cette décomposition, supposons que deux corps adhérent l'un à l'autre avec une force égale à 4, comme, par exemple, un acide et un oxide, ou *chaux* métallique ; présentons à ce composé un troisième corps, qui ait avec l'acide une affinité égale à 5 ou à 6, ainsi qu'un alkali ; que doit-il arriver ? l'alkali, qui tend à s'unir à l'acide avec une force supérieure à celle qui unit ce même acide avec l'oxide métallique, doit séparer ce dernier, pour s'emparer de l'acide. C'est aussi ce qui a lieu dans le mélange ; l'oxide métallique se sépare, et il se forme une nouvelle combinaison entre l'acide et l'alkali ; cette décomposition se nomme communément *précipitation*, parce que le plus souvent la matière séparée se dépose au fond des liqueurs mêlées ensemble.

On appèle précipité la matière qui tombe au fond du vaisseau dans lequel se fait l'opération ; la substance ajoutée, et qui produit ce

phénomène, porte le nom de *précipitant ;* on distingue quatre espèces de *précipités :* il existe un *précipité vrai ,* si c'est la matière séparée du composé par celle qu'on y ajoute, qui occupe la partie inférieure du mêlange ; lorsqu'on décompose du *sulfate de chaux* formé par la combinaison de l'acide sulfurique et de la chaux, à l'aide de la potasse, qui a plus d'affinité avec l'acide, que n'en a la chaux, cette dernière se sépare, tombe au fond de l'eau, et constitue un *précipité vrai ;* il y a un *précipité faux ,* lorsque c'est la nouvelle combinaison du précipitant avec un des deux corps du composé qu'on définit, qui se place au bas de la liqueur, en raison de son insolubilité, et lorsque la matière séparée reste en dissolution : en décomposant le nitrate de mercure par l'acide muriatique pour lequel l'oxide de ce métal a plus d'attraction que pour l'acide nitrique, la nouvelle combinaison de mercure et d'acide muriatique tombe au fond du mélange , y forme un faux précipité, au-dessus duquel se trouve l'acide nitrique dissous dans l'eau : cette différence ne dépend, comme nous le verrons ailleurs, que de la différente dissolubilité des matières.

Il est facile de reconnoître une erreur de nomenclature préjudiciable aux commençans , dans ce second exemple de précipités; en effet, ceux qui ont donné ce nom à la substance séparée du composé par le précipitant, ne doivent pas regarder comme précipité la

nouvelle combinaison qui a lieu dans cet exemple ; mais quand même on se restreindroit à n'appeler précipité, que la matière séparée par le précipitant, ce nom seroit encore sujet a tromper, puisqu'il y a beaucoup de cas dans lesquels la substance séparée, loin de se précipiter, s'élève et se volatilise ; c'est ainsi que, lorsqu'on décompose la combinaison d'acide muriatique et d'ammoniaque ou alkali volatil, ce dernier se dissipe en vapeurs, et il n'y a point d'apparence de précipité dans le mélange.

Pour que les précipités dont nous venons de parler aient lieu, on sent bien qu'il faut qu'ils se fassent dans une liqueur ; c'est alors ce qu'on appèle précipitation par la voie humide, afin de la distinguer de celle qui se fait au feu ou par la voie sèche, et qu'on opère, soit par la fusion, soit par la distillation ; opérations qui seront exposées en détail par la suite.

Les chimistes modernes ont aussi reconnu deux autres espèces de précipités, dont la distinction est beaucoup plus juste et plus utile que celles des précédens ; ce sont les *précipités purs* et les *précipités impurs :* les premiers comprennent tous les corps, qui, après avoir été séparés des composés dont ils faisoient partie, jouissent de toutes leurs propriétés, et paroissent n'avoir éprouvé aucune altération, soit dans les composés même qu'ils constituoient, soit par l'acte de la décomposition ; il y a un as-

sez grand nombre de ces précipités, quoi qu'il y en ait encore plus d'impurs.

Pour que les précipités soient bien purs, il faut qu'ils n'aient souffert aucune altération par l'action des corps auxquels ils étoient unis avant leur précipitation ; et qu'ils n'aient aucune affinité avec la substance qu'on emploie pour les séparer ou les précipiter. Par exemple, lorsqu'on verse de l'alcohol, ou esprit-de-vin, sur une dissolution de sulfate de potasse, l'esprit-de-vin qui a plus de rapport avec l'eau, que celle-ci n'en a avec le sel, sépare ce dernier ; le sulfate de potasse se précipite pur, parce qu'il n'a point été altéré par l'eau, et parce qu'il ne l'est pas davantage par l'alcohol auquel il ne peut s'unir : mais si deux corps se sont altéres réciproquement dans leur union, ainsi que les combinaisons des acides avec les métaux, alors le troisième qu'on emploiera pour les désunir comme une sel alkali, séparera le métal dans un état fort éloigné de celui qui lui est naturel, et donnera naissance à un précipité impur : la même chose a lieu, si le corps précipitant a quelque tendance à s'unir au précipité; ainsi, dans l'exemple déja cité, d'une dissolution métallique décomposée par un alkali, une partie de ce dernier sel se combine avec l'oxide métallique séparé, et le rend impur : ces deux causes de l'impureté des précipités se trouvent presque toujours réunis : quelque fois il y a un moyen sûr de reconnoître sur-le-

champ un précipité impur d'un précipité pur; c'est d'ajouter beaucoup plus du corps qui sert à le précipiter, qu'il n'en faut pour détruire la combinaison de celui que l'on décompose; l'excédant du précipitant se combine avec le précipité, le dissout complètement et le fait disparoître; en prenant une dissolution de cuivre dans l'acide nitrique, et y versant l'ammoniaque ou alkali volatil, le cuivre se précipite sous la forme de flocons d'un bleu clair très-abondant. La couleur de ce précipité, fort éloignée du brillant métallique du cuivre, le fait déja reconnoître pour un précipité impur. On s'en assure cependant davantage en ajoutant plus d'ammoniaque. Ce sel redissout les flocons bleus; peu-à-peu la liqueur acquiert de la transparence et de l'homogénéité, et elle prend une couleur bleue foncée très-belle, qui indique la combinaison de l'oxide de cuire avec ce sel alkalin.

La connoissance exacte de ces précipités impurs, qui sont beaucoup plus fréquens que les précipités purs, est due aux recherches de M. Bayen sur la décomposition des dissolutions mercurielles par les alkalis, et sur l'état du mercure précipité dans ses opérations.

Il est facile de bien entendre actuellement la théorie des décompositions opérées sur des combinaisons de deux corps, par un troisième qu'on met en contact avec ces composés; décompositions qui s'opèrent en vertu des attractions électives simples.

Mais il ne l'est pas de même pour les commençans de concevoir ce qui se passe dans le phénomène plus compliqué que les chimistes ont appelé *attraction élective double ;* il arrive souvent qu'un composé de deux corps ne peut être détruit par un troisième et un quatrième corps, séparément, tandis que, si l'on emploie un composé de ces deux derniers pour le mettre en contact avec le premier, on les décompose mutuellement tous les deux ; rendons ceci sensible par un exemple : le sulfate de potasse, ou la combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse, ne peut être décomposé ni par la chaux, ni par l'acide nitrique froid séparément ; cependant, si l'on verse dans une dissolution de ce sel neutre, l'autre sel neutre formé par l'union de l'acide nitrique avec la chaux ou le nitrale calcaire, ces ceux combinaisons se décompose mutuellement, l'acide nitrique se porte sur la potasse pour former du nitre ordinaire, tandis que l'acide sulfurique s'unit à la chaux pour former du sulfate de chaux qui se précipite, comme beaucoup moins soluble que le nitre. Quel est le jeu de cette singulière affinité ? voici comment on peut le concevoir : l'acide sulfurique, uni à la potasse, ne peut en être séparé, ni par l'acide nitrique, ni par la chaux, parce qu'il a plus d'affinité avec cet alkali, que ces deux autres corps n'en ont, soit pour l'alkali, soit pour l'acide. Mais lorsqu'on présente au sulfate de potasse un composé d'acide nitrique et de

chaux,

chaux, en même tems que ce dernier acide tend à se combiner et s'unir à la potasse, l'acide sulfurique tend à se combiner avec la chaux : de sorte qu'on peut dire que la décomposition du sulfate de potasse commencée par l'acide nitrique, est achevée par la chaux : pour mieux faire entendre encore cette affinité double, supposons que l'acide sulfurique adhére à la potasse avec une force égale à 8 ; l'acide nitrique, qui tend à s'unir à cet alkali avec une force moindre, que nous comparerons à 7, ne pourroit seul décomposer le sulfate de potasse, si, d'une autre part, la tendance de la chaux pour s'unir à l'acide sulfurique, tendance que nous faisons monter à 6, ne faisoit avec la précédente une force égale à 13, qui doit l'emporter sur celle avec laquelle l'acide sulfurique adhère à la potasse : il faut aussi que cette somme soit plus considérable, que celle qui tient réunis la chaux et l'acide nitrique.

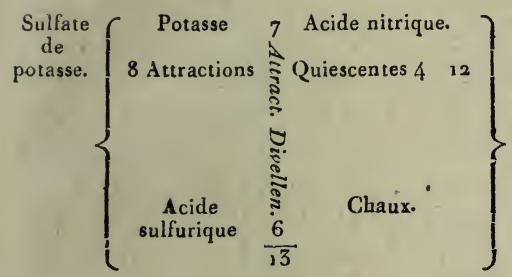
Il y a donc dans les attractions électives doubles deux espèces d'attractions, qu'il est nécessaire de distinguer ; 1°. celle en vertu de laquelle les principes de chaque composé adhèrent les uns aux autres. Dans l'exemple cité, c'est le degré de force qui tient réunis l'acide sulfurique avec la potasse dans la sulfate de potasse, et celui qui fait adhérer l'acide nitrique avec la chaux : nous appelerons, avec M. Firwan, cette première force *attractions quiescentes*, parce qu'elle tend à retenir unis

deux à deux les quatre principes des deux composans. 2°. La seconde affinité est celle par laquelle ces quatre principes s'échangent réciproquement, et se combinent dans un autre ordre. Dans le cas cité, la potasse s'unit avec l'acide nitrique, et la chaux avec l'acide sulfurique : nous nommerons cette seconde force *attractions divellentes*, parce qu'elle est capable de détruire la première.

On peut, d'après cette distinction utile, faire concevoir très-facilement la cause des doubles décompositions, en présentant dans un tableau, suivant la méthode de M. Bergman, le jeu des attractions qui les produisent : pour cela on dispose les deux composés qui se détruisent réciproquement en deux accolades vis-à-vis l'une de l'autre, de manière que les acides soient opposés aux bâses qu'ils échangent, et en ajoutant, entre les quatre corps dont on considère la réaction, la force d'attraction qu'ils ont l'un pour l'autre ; on additionne ensemble les deux nombres horizontaux qui expriment les attractions quiescentes, et les deux nombres verticaux qui désignent les attractions divellentes. Si la somme des dernières l'emporte sur celle des premières, il y a alors double décomposition, et double combinaison. En appliquant cette méthode à l'exemple cité, on concevra sur-le-champ son utilité et son exactitude.

EXEMPLE:

Nitrate de potasse, ou Nitre commun.



Sulfate de chaux (1).

Il n'y a que peu de tems que les chimistes font attention aux attractions électives doubles, et il s'en faut de beaucoup qu'on les connoisse toutes. Ceux qui s'occupent de recherches chimiques, s'apperçoivent à chaque instant de ces espèces de décomposition qui ont lieu dans des mélanges, dont on n'avoit point soupçonné la réaction. Il se présentera dans l'histoire des matières salines plusieurs occasions dans lesquelles

---

(1) Nous avons exprimé de cette manière, dit Fourcroy, dix exemples de doubles décompositions, qui ont lieu dans le mélange des sels neutres, dans deux dissertations qu'on pourra consulter.

nous ferons remarquer quelques-unes de ces attractions électives doubles, observées en dernier lieu par Bergman Schéele, et Fourcroy.

Nous ne quitterons pas l'exposition de la dixième et dernière loi de l'attraction de composition, sans indiquer le moyen ingénieux, dont un chimiste français s'est le premier servi pour offrir d'un coup-d'œil les phénomènes les plus constans des décompositions chimiques. Geoffroi l'aîné, faisant plus d'attention qu'on n'en avoit fait avant lui aux rapports divers qui ont lieu entre les différens corps, et aux précipitations qu'ils occasionnent, imagina en 1718 de les représenter dans une table, sur laquelle il rangea dans l'ordre de leurs affinités les corps entre lesquels il les avoit observées. Nous ne faisons qu'annoncer ici cette belle idée, que nous développerons dans la suite de ce traité. Geoffroi n'a donné cette table que comme un essai, auquel il a bien prévu lui-même qu'il y auroit beaucoup à ajouter. Plusieurs chimistes ont adopté et étendu son plan; Rouelle l'aîné a fait quelques corrections à sa table, et y a ajouté plusieurs colonnes; M. de Limbourg, médecin aux eaux de Spa, dans une excellente dissertation sur les affinités, en a construite une plus étendue; M. Geller, dans sa chimie métallurgique, en a aussi donné une nouvelle; mais personne n'a plus avancé cette partie que Bergman, professeur de chimie à Upsal, auquel cette science doit tant de travaux: ce célèbre chimiste

a distingué, d'après M. Baumé, les attractions qui s'opèrent par la voie humide de celles qui ont lieu par la voie sèche; il a donné deux tables très-détaillées, dans lesquelles il a présenté les attractions électives qui existent entre un grand nombre de corps naturels. Nous devons encore au même savant une table très-ingénieuse, dans laquelle il a trouvé le moyen, par une disposition particulière des caractères chimiques, de désigner ce qui se passe dans les attractions électives doubles. Nous en avons offert un exemple plus haut.

Après avoir présenté les principaux phénomènes de l'attraction chimique; après avoir établi les lois auxquelles cette force paroît obéir, nous ferons observer qu'il y a quelques cas dans lesquels ces lois semblent être susceptibles de certaines variations. Nous n'entrerons point ici dans le détail des faits sur lesquels est fondée cette assertion, parce que nous aurons soin de les faire remarquer, toutes les fois que l'occasion s'en présentera; nous dirons seulement que ces apparences d'inconstance dans les lois de l'attraction chimique ne sont dues qu'à quelques circonstances capables de les modifier, comme la quantité des matières, la température de l'atmosphère, le mouvement ou le repos, la dissolution par l'eau ou par le feu, c'est-à-dire, la voie humide, ou la voie sèche, l'état d'aggrégation particulier à chaque corps, etc. Ces variations ne doivent être regardées que comme des exceptions qui ne peuvent

porter atteinte à la doctrine des attractions chimiques.

Telle est aussi l'opinion qu'on doit avoir de deux espèces d'affinités, admises par quelques auteurs ; l'une est l'*affinité d'intermèdes*, et l'autre l'*affinité réciproque*. Ils entendent par la première celle par laquelle un corps qui ne pouvoit s'unir avec un autre, en devient capable, après avoir été combinée avec une troisième qui lui sert aussi d'intermède : l'huile, par exemple, ne peut s'unir à l'eau ; mais lorsqu'on combine de l'huile avec un sel, il en résulte un savon soluble dans l'eau, par l'intermède de la matière saline. Ce n'est point cette matière saline qui rend le savon soluble, puisqu'elle n'est plus avec tous ses caractères de sel dans ce composé ; mais c'est aux propriétés nouvelles du savon qu'il faut rapporter sa dissolubilité dans l'eau. Ce phénomène appartient entièrement à la huitième loi de l'attraction chimique, qui établit que les composés ont des propriétés toutes nouvelles, et très-différentes de celles de leurs composans.

L'*affinité réciproque* a lieu, lorsqu'un composé de deux corps est décomposé par un troisième, et que le principe séparé a la propriété de décomposer à son tour la nouvelle combinaison, de sorte qu'il semble y avoir une espèce de réciprocité dans les effets ; ainsi, par exemple, on sait que l'acide sulfurique a plus d'affinité avec la potasse, que l'acide nitrique, et qu'il décompose l'union de cet alkali avec le

dernier acide : cependant l'acide nitrique peut à son tour séparer l'acide sulfurique d'avec l'alkali, puisqu'en faisant chauffer du sulfate de potasse avec de l'acide nitrique, on réforme du nitre. Cette espèce d'affinité, admise par M. Baumé, n'est due qu'à deux circonstances qui apportent quelque changement dans les lois ordinaires de cette force ; ce sont la chaleur et l'état de l'acide nitrique. En effet, il faut que l'acide nitrique ordinaire soit chaud pour décomposer le sulfate de potasse ; et le nitre qui se forme dans cette opération est lui-même par l'acide sulfurique, dès que le mélange est froid. L'acide fumant, ou l'*acide nitreux*, décompose le sulfate de potasse à froid : l'*esprit de sel*, ou l'acide muriatique fumant opère la même décomposition, suivant M. Cornette ; mais M. Bergman a fait observer avec raison que les acides odorans et fumans ont d'autres affinités, que les mêmes acides simples : d'ailleurs, il n'y a qu'une petite partie des sels décomposés.

Dans tous ces cas, l'ordre des attractions électives change, et il est modifié par des circonstances particulières : les autres faits, sur lesquels M. Baumé fonde l'existence de l'affinité réciproque, comme la décomposition du muriate ammoniacal par la craie, et celle du muriate calcaire par l'*alkali volatil concret ;* appartiennent aux affinités doubles, comme nous le démontrerons en parlant de ces sels.

Il ne nous reste plus, pour terminer ce que

nous avons à dire sur l'attraction chimique, qu'à exposer les opinions de quelques savans sur la cause de cette force.

Les premiers qui s'en sont occupés, l'ont attribuée, où à la forme semblable des molécules élémentaires, ou à la configuration physique des parties, ou enfin à un rapport occulte de leur composition intime: ces prémières idées se ressentoient nécessairement des explications mécaniques dont la physique étoit remplie, avant que cette belle science fût sortie des ténèbres qui l'enveloppoient.

La plupart des chimistes modernes qui ont cherché à expliquer la cause de l'attraction de composition, ont trouvé une analogie remarquable entre cette force et l'attraction newtonienne : persuadés que la nature est simple et uniforme, ils ont pensé que la propriété de s'unir réciproquement dépendoit de celle de s'attirer, qui existe entre tous les corps ; ils ont comparé les petits corps chimiques, entre lesquels l'affinité a lieu, avec les grandes masses qui composent l'univers ; et, si les molécules très-divisées des diverses matières se rapprochent pour se combiner, c'est parce qu'elles pèsent ou qu'elles gravitent les unes sur les autres: c'est en suivant cette opinion, et en la modifiant d'une manière particulière, que quelques personnes ont cru que l'attraction chimique étoit en raison de la pesanteur, et que le corps le plus pesant de tous étoit celui qui jouissoit de cette force dans le plus grand

degré. Cette hypothèse, qui s'accorde quelquefois avec les faits, comme on l'observe pour plusieurs acides, ne peut cependant convenir à un grand nombre de décompositions, surtout relativement aux substances métalliques; enfin quelques chimistes se sont persuadés qu'il y avoit un si grand rapport entre l'attraction des grands corps et l'attraction chimique, qu'ils ont imaginé qu'il seroit possible de mesurer et de calculer cette dernière d'après l'adhérence qui existe entre les corps. M. Morveau, dont l'opinion est bien faite pour entraîner celle des autres, a fait quelques expériences, dans la vue de prouver l'assertion que nous venons d'avancer; ces expériences ont consisté à appliquer à la surface du mercure des lames de différens métaux d'un diamètre égal, suspendues à un fléau de balance, dont l'autre extrémité portoit un bassin. Il a mis des poids dans ce dernier, jusqu'à ce que leur pesanteur fût capable d'enlever la lame du métal de dessus le mercure; et il a trouvé, par des essais comparés sur divers métaux, que leur adhérence au mercure étoit fort différente, et suivoit assez bien le rapport de l'attraction chimique, qui existe entre ces corps; c'est-à-dire que l'or étoit celui de tous qui adhéroit avec le plus de force au mercure, et qui demandoit le plus de poids pour en être séparé, tandis que le cobalt, qui ne peut pas s'unir à ce métal fluide, est enlevé très-facilement de sa surface, avec laquelle il n'a presque point

d'adhérence. Qu'il nous soit permis d'observer qu'il peut y avoir plusieurs sujets d'erreur dans ces expériences ; en effet, les lames métalliques bien décapées, qu'on applique sur le mercure, doivent se combiner à ce dernier par leur surface inférieure ; et la portion d'amalgame qui se forme dans cette circonstance, devant être naturellement d'autant plus considérable, que le métal s'unit plus facilement au mercure, cette combinaison ajoute à la pesanteur de la lame, et demande conséquemment plus de force pour être enlevée de dessus la surface du mercure. Une lame de métal qui adhère au mercure, ne peut en être enlevée, sans que ce dernier ne soit lui-même séparé en deux couches, de sorte que le poids nécessaire pour enlever la lame est employé à vaincre l'adhérence des molécules du mercure entre elles, et à soutenir la combinaison du métal étranger avec le mercure.

On doit donc dire que, si l'attraction chimique est la même force que l'attraction générale, au moins la différence de ses phénomènes indique qu'elle est modifiée par des circonstances particulières ; on se convaincra de cette vérité, en comparant les connoissances qu'on a acquises sur l'attraction admise par Newton, avec celles que l'on commence à avoir sur l'attraction chimique ; en effet, la première n'a lieu qu'entre de très-petits corps, et elle est absolument nulle entre ceux dont le volume est considérable : l'attraction existe

à de très-grandes distances ; l'attraction chimique ne s'exerce point entre des corps eloignés, et elle n'a véritablement lieu, que lorsque les molécules se touchent : nous pensons donc qu'il y a des différences assez marquées entre ces deux phénomènes naturels, pour engager à les distinguer l'un de l'autre.

ARTICLE IV.

Des principes des corps.

Dans tous les tems, les philosophes ont pensé que les corps naturels sont formés par des matières premières, plus simples qu'eux, et qu'ils ont désignées par le nom de principes ; les chimistes, qui sont, plus que personne, convaincus de cette grande vérité, d'après leurs analyses, se sont formé des idées assez nettes sur la nature et la différence de ces principes ; ils en ont admis de plusieurs genres : il faut cependant remarquer qu'il ont pris le mot *principes* dans une acception un peu différente de celle sous laquelle les philosophes l'avoient adopté. Ces derniers, tels qu'Aristote et Platon, ne regardoient comme principes, que les matières les plus simples que les sens ne pouvoient saisir, qui formoient, par leur assemblage, des corps un peu moins simples, dont les sens reconnoissent l'existence, et qu'on désigne encore aujourd'hui, sous le nom d'*élémens*. Ce sont ces mêmes êtres ou principes, que

d'autres philosophes ont appelés *atomes* ou *monades*. Les chimistes, qui ne se sont pas d'abord livrés à des spéculations si élevées, entendent, par le nom de principes, pris en général, tous les êtres, soit simples, soit plus ou moins composés, qu'ils retirent dans leurs analyses; mais, comme les principes des corps, considérés sous ce point de vue, sont très-différens les uns des autres, ils les ont distingués en *principes prochains* et *principes éloignés*; les premiers sont ceux qu'ils retirent par une première analyse, et peuvent eux-mêmes être composés: par exemple, en décomposant une substance végétale, ils en extraient d'abord des huiles, des mucilages, des sels, des parties colorantes; on peut, à l'aide de nouveaux travaux, en extraire d'autres. On entend, par principes éloignés, des êtres plus simples que les précédens, et qui entrent dans leur formation, puisqu'on les retire des principes prochains: ainsi le mucilage, qui est un principe prochain des végétaux, fournit, par une nouvelle analyse, de l'huile, de l'eau, de la terre, etc. qui sont les principes éloignés du végétal: ils ont encore donné d'autres noms à ces deux genres de principes; tel est celui de *principes principiés*, appliqué aux principes prochains, et celui de principes principians aux principes éloignés; ils expriment par ces mots que les premiers sont eux-mêmes formés de nouveaux principes, et que les derniers servent à en constituer d'autres. Quelques chimistes, pour

donner une idée juste de ces distinctions, admettent plus de deux genres de principes; ils appèlent principes primitifs, ou du premier ordre, ceux qui paroissent être les plus simples, et ne pouvoir plus être décomposés; principes secondaires, ou du second ordre, ceux qui sont formés immédiatement par la réunion des premiers; principes ternaires, ou du troisième ordre, ceux que constitue la combinaison des principes secondaires; et enfin, ceux dans la formation desquels entrent les principes du troisième ordre, sont les principes quartenaires, ou du quatrième ordre, etc. etc.

Le nombre des élémens, proprement dits, n'a pas toujours été le même pour tous les philosophes. La doctrine péripatéticienne, ou celle d'Aristote, admettoit quatre élémens, l'air, l'eau, le feu et la terre. Cette opinion a prévalu jusqu'au seizième siècle; ce fut alors que la secte des chimistes, qui commençoit à prédominer, admit une nouvelle distinction d'élémens: Paracelse, moins philosophe qu'Aristote, s'en rapportant grossièrement au résultat de ses opérations, reconnut cinq principes, l'esprit ou le mercure, le phlegme ou l'eau, le soufre ou l'huile, et la terre; il entendoit par esprit ou mercure, tout ce qui étoit volatil et odorant; mais il s'en faut de beaucoup que tous les êtres qui jouissent de ces propriétés, soient simples; l'eau, ou le phlegme, comprenoit tous les produits aqueux et insipides; il en est de ceux-ci comme des premiers, relativement

à leur prétendue simplicité. Le mot soufre, ou huile, renfermoit toutes les substances inflammables liquides, et par conséquent un grand nombre d'êtres plus ou moins composés, tels que les huiles grasses et essentielles, etc. Par sel, il désignoit tout ce qui jouissoit de l'état sec, de la saveur et de la dissolubilité; enfin le mot terre étoit appliqué, dans la doctrine de Paracelse, aux résidus fixes, secs et insipides, que fournissoient la plupart des opérations, et qui sont reconnus aujourd'hui pour des corps très-différens les uns des autres.

Beccher, un des chimistes qui a traité le plus philosophiquement cette science, reconnut les reproches qu'on pouvoit faire à la doctrine de Paracelse; persuadé de son insuffisance, il prit une autre route pour déterminer les élémens de tous les corps; il distingua d'abord deux principes très-différens les uns des autres, celui de l'humidité, et celui de la sécheresse, l'eau et la terre; il divisa cette dernière en trois espèces; savoir, la terre *vitrifiable*, la terre *inflammable*, et la terre *mercurielle*; la terre vitrifiable étoit, suivant lui, celle qui, à la plus grande inaltérabilité, lorsqu'elle étoit seule, joignoit la propriété de pouvoir former de beau verre, quand on la mêloit avec quelque substance saline; il lui attribuoit aussi celle de rendre les corps, dans la composition desquels elle entroit, solides et peu altérables; la terre inflammable se reconnoissoit à la combustibilité des corps qui la contenoient. Bec-

cher la regardoit encore comme la cause de l'odeur, de la couleur et de la volatilité : quant à la terre mercurielle, il admettoit sa présence dans le mercure, dans l'arsénic, dans l'acide muriatique, etc. et lui donnoit pour caractère de produire, dans les corps dont elle faisoit partie, une volatilité et une pesanteur très-considérable, deux propriétés qui semblent s'exclure réciproquement. Sthal a adopté et commenté la doctrine de Beccher ; il a regardé la terre inflammable comme le feu fixé dans les corps, et il lui a donné le nom de *phlogistique*. Il n'a pu parvenir à démontrer la présence de la terre mercurielle, et il n'y a encore aujourd'hui rien de certain sur ce dernier principe. Stahl a fait la plus grande attention aux combinaisons de la terre, de l'eau, et sur-tout du phlogistique ; mais il n'a presque rien dit de celles de l'air, auquel Hales, à-peu-près dans le même tems, faisoit jouer le plus grand rôle dans les phénomènes chimiques.

Les chimistes, depuis Beccher et Stahl, jusqu'à nos jours, n'ont fait aucun changement à la doctrine établie par les plus anciens philosophes sur les élémens ; ils en ont reconnu quatre, et les ont considérés, chacun dans deux états différens ; 1°. comme libre et isolé ; c'est ainsi qu'ils ont examiné l'atmosphère, les grandes masses d'eau, le feu en général, le globe dans son ensemble ; 2°. comme combiné ; et alors ils se fondoient sur l'air, l'eau,

et la terre, qu'ils retiroient de différens corps en dernière analyse.

Telles étoient, à peu de chose près, les opinions adoptées sur les principes des corps, et sur les élémens, depuis Beccher et Stahl, lorsque les belles découvertes de MM. Pryestley et Lavoisier, sur le feu, l'air, et la combustion, en ont nécessairement introduit de nouvelles : en effet, si la constance dans les propriétés, si l'unité et la simplicité sont les vrais caractères des élémens, et si cette simplicité n'existe pour nous, que lorsque nous ne pouvons parvenir à décomposer les corps, nous ferons remarquer, 1°. que, parmi les quatre élémens, on en connoît aujourd'hui deux, l'air et l'eau, que l'art est parvenu à décomposer, et à séparer en plusieurs principes ; 2°. que la terre élémentaire est un être de raison, puisqu'on a découvert plusieurs matières terreuses, aussi simples, et aussi peu décomposables les unes que les autres, ainsi que cela sera démontré dans la suite de cet ouvrage ; 3°. que, parmi les corps naturels, il en est un grand nombre, comme le soufre, les métaux, que l'art n'est pas parvenu à décomposer, et qui sont des corps simples dans l'état actuel de nos connoissances.

Il résulte de ces apperçus généraux, fondés sur des faits, que les véritables principes, ou premiers élémens des êtres naturels, échappent à nos sens et à nos instrumens ; que plusieurs de ceux qu'on a appelés élémens, en

raison

raison de leur volume, de leur influence dans les phénomènes de la nature, et de leur existence multipliée dans ses différens produits, ne sont rien moins que des corps simples et invariables, et que vraisemblablement aucun corps qui tombe sous nos sens n'est un être simple, mais qu'il ne nous paroît tel, que parce que nous n'avons pas de moyen de le décomposer.

Les idées que nous présentons sur des êtres qui ont joui depuis tant de siècles du titre exclusif d'élémens, et auxquels nous enlevons aujourd'hui cette prérogative, ne doivent pas empêcher de regarder le feu, l'eau, l'air et la terre, comme contenant les principes dont la plupart des autres corps naturels sont formés.

Terminons ces détails par l'exposition de la momenclature que quelques méthodistes ont adoptée pour les corps, dans lesquels les principes entrent suivant différens ordres de composition chimique. Si deux élémens sont unis ou combinés ensemble, il en résulte un corps qu'on a appelé *mixte;* plusieurs mixtes forment par leur union un *composé;* deux composés réunis constituent un *surcomposé;* la combinaison des surcomposés donne naissance à un *décomposé;* enfin, celle de ces derniers produits, forme un *surdécomposé;* il seroit fort difficile de donner des exemples de ces différentes espèces de composition; on ne pourroit guère aller que jusqu'au sur-composé. C'est donc un pur être de méthode, une sim-

ple distinction idéale, qui ne peut avoir aucune utilité pour la science. Macquer, à qui la chimie doit toute la clarté qu'elle a acquise aujourd'hui, propose de changer cette nomenclature barbare et peu exacte, et d'y substituer celle de composé du premier, du second, du troisième et du quatrième ordre. On pourroit aussi, d'après la même idée, adopter ces noms pour distinguer les principes qu'on obtient, suivant l'ordre de l'analyse qui les fournit.

ARTICLE V.

Du Feu.

Quoique nous n'admettions pas entièrement l'acception donnée jusqu'aujourd'hui au mot élément; quoique nous ne pensions pas que ces quatre corps soient immédiatement les principes de tous les autres, et les plus simples que la nature ait produits, nous croyons cependant devoir les examiner avant les autres, soit parce que l'histoire de leurs propriétés sera utile pour concevoir celles des autres substances dont nous traiterons ensuite, soit parce qu'ils ne peuvent être rangés dans aucun règne en particulier, et qu'ils conviennent également à tous.

Parmi les quatre corps appelés *élémens*, aucun n'a paru plus actif et plus simple en même tems que le feu; les plus anciens philosophes,

d'accord en cela avec les physiciens de tous les tems, ont donné ce nom à un être qu'ils supposoient fluides, très-mobile, très-pénétrant, formé de molécules agitées d'un mouvement vif et continuel, et qu'ils regardoient comme le principe de toute fluidité et de tout mouvement. En réfléchissant sur cet objet, on s'apperçoit bientôt que c'est par conjectures qu'on a attribué ces propriétés à un corps particulier mis au nombre des élémens, puisqu'on n'a jamais pu démontrer son existence, comme on a de tout tems constaté celle des autres substances dites élémentaires ; en effet, il est tout naturel de croire que cet mot a d'abord été donné dans tous les idiomes, et par tous les hommes, à l'impression que les corps chauds font sur la peau, et qu'il est synonyme du mot *chaleur*, ainsi qu'à la lumière qui s'échappe des corps qui brûlent; c'est même encore l'idée qu'en ont la plupart des hommes ; ils ne connoissent la présence du feu qu'à celle de la chaleur ou de la combustion ; le chancelier Bacon est le premier qui ait douté de l'existence du feu, comme fluide particulier, et qui se soit apperçu que les physiciens avoient toujours pris, en le définissant, une propriété pour un corps. Boerhaave, dont le traité du feu sera toujours regardé comme un chef-d'œuvre, a senti cette difficulté ; pour reconnoître les propriétés de ce prétendu élément, il a examiné les effets qu'il produit sur les corps où il est censé exis-

ter ; de sorte que, comme tous les autres physiciens qui l'avoient précédé, il a fait l'histoire des corps chauds, lumineux, raréfiés, brûlans, plutôt que celle du feu ; cet embarras subsistera toujours dans la physique : les propriétés du feu sont nécessairement liées avec celles des corps sur lesquels il agit ; loin de pouvoir l'isoler, on ne peut même le concevoir seul : les chimistes n'ont encore pu saisir et coercer cet être que les physiciens sont convenus de regarder comme un fluide ; ces difficultés ont fait penser au célèbre Macquer que le feu n'étoit autre chose que la lumière, et la chaleur qu'une modification des corps, due au mouvement et à la collision de leurs molécules : cette opinion n'existe plus parmi les savans qui cultivent la chimie.

Pour concevoir les différentes théories proposées depuis quelques années sur le feu, il ne faut point se borner à considérer cet objet d'une manière aussi générale ; les idées qu'on donneroit seroient aussi vagues que le sujet lui-même ; le moyen d'acquérir quelques connoissances exactes, et qui puissent éclairer la suite immense des faits qui constituent aujourd'hui la science chimique, c'est de diviser ce sujet ; c'est d'en séparer les parties, d'en examiner les différentes faces, de les retourner, pour ainsi dire, de diverses manières, et de considérer successivement comme autant d'effets particuliers du feu, la lumière, la chaleur, la raréfaction, les changemens produits

dans les corps par la chaleur, et ceux qu'on attribuoit au feu, appelé *phlogistique*.

De la Lumière.

On ne peut pas former sur la lumière le même doute que sur le feu en général, puisque son existence et ses propriétés sont très-connues aujourd'hui; ce corps, que l'on croit lancé par le soleil et les étoiles fixes, est la cause que nous appercevons tous les autres; on a trouvé le moyen de le rassembler dans la chambre obscure, de le rendre visible et distinct des corps éclairés, et d'en examiner les propriétés particulières.

La lumière est douée d'un mouvement si rapide, qu'elle parcourt quatre-vingt mille lieues par secondes, suivant le calcul des plus grands astronomes. Elle se meut en ligne droite, etc. Nous renvoyons ici le lecteur, pour éviter d'inutiles redites à ce que nous avons dit aux différens endroits de ce recueil, où nous avons traité de la dioptrique et de la catoptrique.

La surface des corps opaques, et diversement colorés, opère sur la lumière une réflexion relative à la ténuité de leurs molécules; c'est de cet effet que dépend la diversité des couleurs dont ils brillent: en effet, si tous les rayons lumineux, qui frappent un corps opaque, sont réfléchis ensemble et sans séparation de cette surface, ils portent tous leur

éclat sur nos yeux, et il en résulte la couleur blanche ; si, au contraire, tous les rayons sont absorbés, sans être réfléchis par la surface des corps, ces derniers offrent une ombre très-foncée, dont le contraste avec les objets bien éclairés, constitue la couleur noire, ou plutôt l'absence de toute couleur ; enfin, chaque faisceau lumineux, étant un composé de sept espèces de rayons teints de couleurs diverses, la réfrangibilité différente qui distingue et caractérise chacun d'eux, est la cause que tel corps ne réfléchit que tel rayon, et laisse passer ou absorbe tel autre ; d'où naît la variété des couleurs. La coloration dépend donc de la nature et de la surface des différens objets, comme la transparence dépend de la forme de leurs pores ; et toutes deux naissent des modifications que la lumière éprouve, soit de la surface, soit de l'intérieur des corps sur lesquels elle tombe : ce qu'on appèle la couleur bleue ou rouge, est produit par la décomposition du faisceau lumineux dont tous les rayons sont absorbés, excepté le bleu ou le rouge.

On connoît les propriétés qui caractérisent la lumière, considérée comme l'émission du soleil et des étoiles fixes. Ce sont ces propriétés dont nous venons de parler, ou dont nous avons traité dans les chapitres relatifs à l'optique. Mais, doit-on se borner à considérer la lumière ainsi libre et isolée ? ne doit-il pas en être de ce corps, comme de tous ceux que nous connoissons ? n'obéit-il pas, comme eux

à l'attraction chimique ? cette conjecture est d'autant mieux fondée que les effets de la lumière ne paroissent pas se borner aux modifications de sa course ou de son mouvement, produites par la surface des corps : en effet, si les surfaces qu'on expose à son contact, ou qu'on tient plongées dans ses courans, éprouvent quelque altération, et changent de nature sans aucune autre cause connue, il faut bien que ces changemens soient dus à la lumière, que ce corps en soit l'agent, et qu'il les produise par une attraction chimique. Quoique l'art ne soit point encore parvenu à prouver d'une manière positive si ces altérations dépendent de la décomposition de la lumière, ou de celle des corps qu'elle altère par son contact, ou enfin de l'une et de l'autre à-la-fois, ce qui est très-vraisemblable ; les faits qui annoncent cette influence sont trop nombreux et trop frappans pour qu'il soit permis de les oublier : nous nous bornerons à présenter ici les principaux et les plus démontrés.

Depuis long-tems les physiciens ont reconnu l'influence de la lumière dans la végétation ; les cultivateurs ont observé les premiers que les plantes qui croissent à l'ombre sont pâles et sans couleur ; on a donné le nom d'étiolement à ce phénomène, et celui de plantes étiolées aux végétaux qui l'ont éprouvé. Plus les rayons du soleil frappent les végétaux, plus ces derniers acquièrent de couleur ; telle est l'origine de ces matières colorantes, précieuses par le

ton et la solidité, que beaucoup de peuples orientaux retirent des bois, des écorces, des racines, etc. et que l'art le plus industrieux des teinturiers européens ne peut parvenir à imiter.

Outre la couleur, les végétaux doivent encore, au contact des rayons lumineux, la saveur, l'odeur, la combustibilité. L'action de la lumière est si énergique, sur l'organisme végétal, que ces êtres frappés par les rayons du soleil, versent par les pores supérieurs de leurs feuilles, des torrens d'air vital dans l'atmosphère; tandis que, privés de l'aspect et du contact immédiat de la lumière de cet astre, ils n'exhalent plus qu'une mofette délétère, ou un véritable acide, semblable à celui que nous retirons de la craye. Cette importante découverte, due à M. Pryestley, et poussée beaucoup plus loin par M. Ingen-Houze, demontre bien la puissance des rayons lumineux sur la végétation. Les effets que la lumière produit en grand sur les végétaux, se retrouvent avec la même énergie dans un grand nombre d'opérations chimiques; il n'est pas une substance qui, renfermée dans des vaisseaux de verre, bien bouchés et exposés au contact des rayons du soleil, n'éprouve plus ou moins d'altération par ce contact. Ce sont sur-tout les acides minéraux, les oxides ou *chaux* métalliques, les poudres végétales, et les huiles animales volatiles, dans lesquelles on observe les altérations les plus singulières;

il n'est pas un oxide métallique, sur-tout parmi ceux de mercure, qui ne change de couleur, et ne devienne en général plus foncé à la surface exposée au soleil : on peut se convaincre de ce fait en visitant les couleurs en poudre destinées pour la peinture, conservées dans des bocaux de verre chez les marchands ; les acides minéraux deviennent plus colorés, plus volatils et plus fumans, lorsqu'on les tient au soleil ; les sels métalliques y noircissent ; les huiles animales y prennent une couleur brune et obscure. Tous ces changemens méritent la plus grande attention de la part des chimistes, et ils constituent une suite de recherches immenses dont on ne s'est point encore occupé depuis Schéele et Bertholet qui ont déterminé ce qui se passe dans quelques-unes de ces altérations.

Fin du Tome quatrième.

TABLE

DES CHAPITRES

Contenus dans ce volume.

SUITE *de la Physique générale et particulière.* Page 1
Des Principes de la Dioptrique. ibid.
Des Lentilles. 6
Des Verres concaves. 10
Des Couleurs. ibid.
Théorie des Couleurs. 12
Des Couleurs considérées dans les objets qui nous les font sentir. 29
De la Vision artificielle et des instrumens d'Optique. 34
Des Lunettes. 35
Résumé sur tous les instrumens de la catoptrique et de la dioptrique. 36
Du Microscope. 37
Des Télescopes. 39
De la Chambre obscure. 42
De la Lanterne magique. 44
Des Lunettes achromatiques. ibid.
Du Microscope solaire. 45
CHAP. XII. *Du Magnétisme.* 48
CHAP. XIII. *De l'Électricité.* 72
De la nature de la vertu électrique. 74

Des principaux instrumens qui servent à produire les phénomènes électriques. 48
Des Phénomènes électriques. 90
Théorie de l'Électricité de M. Nollet. 95
Théorie de l'Électricité de Franklin. 101
Analogie entre les effets du tonnerre, et ceux de l'électricité. 107
Aurores boréales. 113
Des Trombes. 114
Premier Supplément à la Physique, que nous venons de traiter en détail. 119.
Réflexions générales sur la Physique. ibid.
Hydrostatique. 133
Théorie des forces physiques. 135
De la loi selon laquelle les corps se repoussent et s'attirent. 143
Application des forces attractives et répulsives à quelques phénomènes. 148
Sur l'attraction de cohésion. 151
De l'Aérologie en général, ou de la théorie de l'air, de ses propriétés, et de ses effets. 154
Du Son. 159
De la Terre, des Pierres et des Métaux. 163
Des Plantes. 167
De l'organisation interne des plantes, et de leur végétation. 189
De l'Électricité. 200
De l'Aimant. 213
Second Supplément à la Physique générale et particulière. 215
De la nacre de Perles, et des Perles. ibid.
Des Pierres précieuses. 219

Des Métaux et des demi-métaux. 232
Des Mines. 258
Des Glaces. 260
De l'Amiante. 266
Du Sel. 268
Des Nègres. 274
De la Torpille. 279
Des Polypes. 283
Extrait d'un mémoire lu par le citoyen SUE, *à l'Institut national des Sciences et des Arts, le* 12 *messidor, l'an V.* 287
Physique amusante, singularités d'Histoire Naturelle, et Récréations Mathématiques. 291
Ouvrages surprenans de Mécanique. ibid.
Sur la divisibilité de la matière. 298
Singularités d'histoire naturelle, et divers effets de physique. 301
Grotte célèbre. 307
Expériences et découvertes curieuses, autres que celles insérées dans d'autres parties de ce recueil, sur-tout aux chapitres de la Physique et de la Chimie. 314
Jeux de physique. Rallumer une chandelle avec la pointe d'un couteau. 315
Couleur qui paroît et disparoît par le défaut d'air. 316
Inflammation et imitation du tonnerre. ibid.
Autre imitation du tonnerre. 317
Rose changeante. ibid.
Former une écriture invisible, et la faire paroître quand on voudra. 318

Encre sympathique d'or. ibid.
L'écriture dans la poche. 319
Encre sympathique jaûne. ibid.
Encre sympathique rouge. 320
Encre sympathique verte. ibid.
Encre sympathique violette. ibid.
Encre sympathique tirée du safre. ibid.
Le Bouquet magique. 321
Faire trouver sur une carte blanche, enfermée et cachetée dans un papier, une figure semblable à une autre carte tirée du jeu. 322
Illusions de l'optique, et diverses problêmes amusans. 323
Portrait magique. 324
Découvrir sur un cadran l'heure à laquelle une personne a secrètement choisi de se lever. 326
Trouver l'heure au soleil, sans cadran. ibid.
Tours de Cartes. 327
Paroître deviner toutes les cartes d'un jeu, les unes après les autres. 328
Trouver la carte que quelqu'un aura pensée. ibid.
Paroître deviner, tout d'un coup, la carte que quelqu'un aura pensée. 329
Choix de secrets utiles et curieux. 330
Moyen de découvrir si on a mêlé de la litharge dans le vin. ibid.
Moyen de colorer le vin. 330
Moyen de conserver toutes sortes de fruits pendant plusieurs années. ibid.
Manière de retirer du sucre de plusieurs plantes de notre pays. 332

Secret pour la bonne encre. 333
Moyen de produire de la variété dans les fleurs. ibid.
Moyen de varier la couleur des roses. 334
Autre manière de faire venir des roses vertes, et des jaûnes. 335
Manière d'avoir des pêches, ou des pommes d'api, qui portent le chiffre de votre maîtresse, ou telle autre inscription. 336
Moyen de faire une eau des Barbades, très-bonne et très-fine. 337
Ratafiat de coing. ibid.
Ratafiat d'œillet. 338
Essence d'anis. ibid.
Huile de fleur d'orange. 339
Autres récréations physiques et mathématiques. 340
Des amusemens par le moyen de l'aimant. 342
De quelques propriétés particulières des nombres. 343
Premier problême de Nombres. 345
Deuxième problême. 346
Troisième problême. ibid.
Quatrième problême. 347
Des Nombres premiers. 348
Des Nombres carrés. 349
Des Nombres triangulaires. 350
Première récréation sur les nombres. 352
Deuxième récréation. 353
Troisième récréation. 354
Quatrième récréation. 355

Cinquième récréation. Les Nombres magiques. 356
Sixième récréation. 358
Septième récréation. Le Piquet à cheval. 359
Huitième récréation. L'addition prévue. 361
Neuvième récréation. L'Étoile magique. 362
Dixième récréation. 365
Du triangle arithmétique. 368
Des combinaisons. 369
Des permutations. 371
Combinaison des dés. 374
Traité particulier de la Chimie, ou Physico-Chimie, et de l'Histoire naturelle. 378
Première partie. 382
Deuxième partie. Première section. Règne minéral. Minéralogie. 383
Deuxième section. Substances salines. 384
Troisième section. De la Minéralogie. 385
Troisième partie. Règne végétal. 386
Quatrième partie. Règne animal. 388
De la classification méthodique, et de la physique des animaux. Section première. 390
Section deuxième. ibid.
Supplément au règne minéral. ibid.
Discours sur les principes et l'ensemble de la chimie moderne. 391
Définition de la Chimie, ses moyens, etc. ibid.
Des utilités de la Chimie. 398
De l'Histoire de la Chimie. 401
Des attractions chimiques. 405
De l'attraction qui a lieu entre les molé-

cules d'une nature semblable, ou de l'affinité d'aggrégation. 406
De l'attraction chimique entre les molécules de nature différente, ou de l'affinité de composition. 410
Première loi de l'attraction de composition. 412
Deuxième loi de l'attraction de composition. 414
Troisième loi de l'attraction de composition. 416
Quatrième loi de l'attraction de composition. 417
Cinquième loi de l'attraction de composition. 419
Sixième loi de l'attraction de composition. 421
Septième loi de l'attraction de composition. 425
Huitième loi de l'attraction de composition. 426
Nitrate de potasse, ou Nitre commun. 435
Sulfate de chaux. ibid.
Des principes des corps. 443
Du feu. 450
De la Lumière. 453

Fin de la Table des chapitres.